

SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO SUSTENTABLE



Instituto Nacional del Agua y del Ambiente



**MODELO HIDRODINÁMICO  
DEL RÍO PARANÁ DESDE YACYRETÁ  
HASTA LA CIUDAD DE PARANÁ**

*Informe LHA 01-165-97  
Ezeiza, Diciembre de 1997*

**LABORATORIO DE HIDRÁULICA Y DEL AMBIENTE**

## **AUTORIDADES DEL INA**

### **PRESIDENTE:**

Dr. Mario R. DE MARCO NAÓN

### **GERENTE DE PROGRAMAS Y PROYECTOS:**

Dr. Raúl A. LOPARDO

### **DIRECTOR DEL LABORATORIO DE HIDRAULICA Y DEL AMBIENTE:**

Ing. Julio C. DE LIO

### **JEFE DEL PROGRAMA DE HIDRAULICA COMPUTACIONAL:**

Dr. Ángel N. MENÉNDEZ

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **PROFESIONALES:**

Ing. Patricia R. JAIME

Ing. Marcelo URIBURU QUIRNO (SIAH)

Dra. Dora Goniadsky (SIAH)

Ing. Juan Borus (SIAH)

### **INFORME PRODUCIDO POR:**

Ing. Patricia R. JAIME

Dr. Ángel N. MENÉNDEZ

# MODELO HIDRODINAMICO DEL RIO PARANA DESDE YACYRETA HASTA LA CIUDAD DE PARANA

*Informe*

*Patricia R. Jaime y Ángel N. Menéndez*

## RESUMEN

Se presenta la implementación, calibración y validación de un modelo matemático hidrodinámico unidimensional del sistema ríos Paraná/Paraguay. El tramo del río Paraná se extiende entre la represa de Yacyretá y la ciudad de Paraná, mientras que el tramo del río Paraguay va desde Puerto Pilcomayo hasta su confluencia con el Paraná. Se describen los datos básicos recopilados, en lo que respecta a topobatimetrías, niveles y caudales líquidos de los ríos y las características del sistema computacional EZEIZA V, empleado para la simulación. Como escenario de calibración se utilizó el período marzo 96 a marzo 97, mientras que para la verificación se utilizó el período octubre 94 a diciembre 95. La performance del modelo construido resulta satisfactoria tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo.

**Descriptorios temáticos:** modelación matemática, simulación numérica, modelo matemático hidrodinámico unidimensional.

**Descriptorios geográficos:** Río Paraná, Río Paraguay, Yacyretá, ciudad de Paraná, República Argentina.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1 RECOPIACION DE ANTECEDENTES</b>	<b>2</b>
<b>1.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA</b>	<b>2</b>
<b>1.2 INFORMACION DISPONIBLE</b>	<b>4</b>
1.2.1 Cartografía básica	4
1.2.2 Secciones o topobatimetrías	4
1.2.3 Escalas Hidrométricas	7
<b>1.3 CONSTRUCCION DEL MAPA BASE</b>	<b>8</b>
<b>1.4 PROCESAMIENTO DE DATOS</b>	<b>8</b>
1.4.1 Análisis de secciones topobatimétricas	8
<b>2 CARACTERÍSTICAS DEL MODELO MATEMÁTICO HIDRODINÁMICO DE REDES DE CANALES EZEIZA V</b>	<b>14</b>
<b>2.1 GENERALIDADES</b>	<b>14</b>
<b>2.2 ECUACIONES DE BASE</b>	<b>14</b>
<b>2.3 DISCRETIZACIÓN Y CONDICIONES DE BORDE</b>	<b>16</b>
<b>2.4 VARIABLES DE INGRESO AL MODELO EZEIZAV</b>	<b>17</b>
<b>2.5 SALIDA DEL MODELO EZEIZA V</b>	<b>18</b>
<b>3 IMPLEMENTACION DEL MODELO HIDRODINAMICO</b>	<b>19</b>
<b>3.1 REPRESENTACION DEL SISTEMA:</b>	<b>19</b>
3.1.1 Extensión del Modelo	19
3.1.2 Red de Cálculo	19
3.1.3 Planicies de inundación	20
3.1.4 Condiciones de Borde	20
3.1.5 Rugosidad	21
3.1.6 Parámetros numéricos y características de las corridas	21
<b>3.2 CORRIDAS DE CALIBRACION Y VERIFICACION</b>	<b>21</b>
3.2.1 Períodos de Calibración y Verificación	21
3.2.2 Calibración	22

3.2.3	Verificación para niveles	25
3.2.4	Verificación para caudales	25
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>27</b>
	<b>REFERENCIAS</b>	<b>28</b>
	<b>FIGURAS</b>	<b>29</b>
	<b>ANEXO I</b>	<b>62</b>
	<b>ANEXO II</b>	<b>136</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

- [Figura 1.1 Localización del área de estudio](#)
- [Figura 1.2 Secciones topobatemétricas del Río Paraná entre Ituzainqó y Paso de la Patria](#)
- [Figura 1.3 Secciones topobatemétricas del Río Paraná entre Paso de la Patria y Goya](#)
- [Figura 1.4 Secciones topobatemétricas del Río Paraná entre Reconquista y Paraná](#)
- [Figura 1.5 Secciones topobatemétricas del Río Paraguay entre Asunción y Paso de la Patria](#)
- [Figura 1.6 Anchos superficiales en el tramo Ituzainqó-Corrientes](#)
- [Figura 1.7 Anchos superficiales en el tramo Corrientes-Paraná](#)
- [Figura 1.8 Anchos superficiales en el tramo Puerto Pilcomayo-Confluencia](#)
- [Figura 1.9 Anchos superficiales en el tramo Puerto Pilcomayo-Confluencia](#)
- [Figura 1.10 a\) Río Paraná: Anchos Superficiales](#)
- [Figura 1.10b\) Río Paraná: Tirantes Medios](#)
- [Figura 1.10c\) Río Paraná: Áreas Transversales](#)
- [Figura 1.10d\) Río Paraná: Conductividad de las Secciones](#)
- [Figura 1.11a\) Río Paraguay: Anchos Superficiales](#)
- [Figura 1.11b\) Río Paraguay: Tirantes Medios](#)
- [Figura 1.11c\) Río Paraguay: Áreas Transversales](#)
- [Figura 1.11d\) Río Paraguay: Conductividad de las Secciones](#)
- [Figura 1.12 Conductancia de las secciones entre Ituzainqó y Guazú](#)
- [Figura 1.13 Conductancia de las secciones entre Guazú y Corrientes](#)
- [Figura 1.14 Conductancia de las secciones entre Corrientes y Goya](#)
- [Figura 1.15 Conductancia de las secciones entre Goya y Paraná](#)
- [Figura 1.16 Conductancia de las secciones entre progresivas 0 y 180 km](#)
- [Figura 1.17 Conductancia de las secciones entre progresivas 213 y 376 km](#)
- [Figura 3.1 Red de cálculo](#)
- [Figura 3.2 Distribución de rugosidades en el Río Paraná](#)
- [Figura 3.3 Nivel de albardón del Río Paraná entre Corrientes y Paraná](#)
- [Figura 3.4a Contraste de niveles para la sección Ita Ibaté \(km 74\). Escenario III/96 - III/97](#)
- [Figura 3.4b Contraste de niveles para la sección Itatí \(km 174\). Escenario III/96 - III/97](#)
- [Figura 3.4c Contraste de niveles para la sección Corrientes \(km 246\). Escenario III/96 - III/97](#)
- [Figura 3.4d Contraste de niveles para la sección Empedrado \(km 315\). Escenario III/96 - III/97](#)

[Figura 3.4e](#) [Contraste de niveles para la sección Bella Vista \(km 397\). Escenario III/96 - III/97](#)

[Figura 3.4f](#) [Contraste de niveles para la sección Goya \(km 482\). Escenario III/96 - III/97](#)

[Figura 3.4g](#) [Contraste de niveles para la sección Reconquista \(km 506\). Escenario III/96 - III/97](#)

[Figura 3.4h](#) [Contraste de niveles para la sección Esquina \(km 601\). Escenario III/96 - III/97](#)

[Figura 3.4i](#) [Contraste de niveles para la sección La Paz \(km 697\). Escenario III/96 - III/97](#)

[Figura 3.4j](#) [Contraste de niveles para la sección Santa Elena \(km 725\). Escenario III/96 - III/97](#)

[Figura 3.4k](#) [Contraste de niveles para la sección Hernandarias \(km 764\). Escenario III/96 - III/97](#)

[Figura 3.4l](#) [Contraste de niveles para la sección Formosa \(km 169\). Escenario III/96 - III/97](#)

[Figura 3.5](#) [Perfil longitudinal del río Paraná. Escenario III/96 - III/97](#)

[Figura 3.6](#) [Perfil longitudinal del río Paraguay. Escenario III/96 - III/97](#)

[Figura 3.7a](#) [Contraste de niveles para la sección Ita Ibaté \(km 74\). Escenario X/94-XII/95](#)

[Figura 3.7b](#) [Contraste de niveles para la sección Itatí \(km 175\). Escenario X/94-XII/95](#)

[Figura 3.7c](#) [Contraste de niveles para la sección Corrientes \(km 246\). Escenario X/94-XII/95](#)

[Figura 3.7d](#) [Contraste de niveles para la sección Empedrado \(km 315\). Escenario X/94-XII/95](#)

[Figura 3.7e](#) [Contraste de niveles para la sección Bella Vista \(km 397\). Escenario X/94-XII/95](#)

[Figura 3.7f](#) [Contraste de niveles para la sección Goya \(km 482\). Escenario X/94-XII/95](#)

[Figura 3.7g](#) [Contraste de niveles para la sección Reconquista \(km 506\). Escenario X/94-XII/95](#)

[Figura 3.7h](#) [Contraste de niveles para la sección Esquina \(km 601\). Escenario X/94-XII/95](#)

[Figura 3.7i](#) [Contraste de niveles para la sección La Paz \(km 697\). Escenario X/94-XII/95](#)

[Figura 3.7j](#) [Contraste de niveles para la sección Santa Elena \(km 725\). Escenario X/94-XII/95](#)

[Figura 3.7k](#) [Contraste de niveles para la sección Hernandarias \(km 765\). Escenario X/94-XII/95](#)

[Figura 3.7l](#) [Contraste de niveles para la sección Formosa \(km 169\). Escenario X/94-XII/95](#)

[Figura 3.8](#) [Perfil longitudinal del río Paraná. Escenario X/94 - XII/95](#)

[Figura 3.9](#) [Perfil longitudinal del río Paraguay. Escenario X/94 - XII/95](#)

[Figura 3.10](#) [Caudales en la sección Corrientes \(km 246\)](#)

[Figura 3.11](#) [Valores Simulados en la sección Corrientes. Escenario III/96-III/97](#)

[Figura 3.12](#) [Valores Simulados en la sección Corrientes. Escenario X/94-XII/95](#)

[Figura 3.13](#) [Caudales en la sección Corrientes](#)

## INTRODUCCIÓN

El Sistema de Alerta Hidrológico de la Cuenca del Plata del Instituto Nacional del Agua y del Ambiente (INA) tiene como una de sus funciones prever con la mayor antelación posible los eventos de inundación o estiaje pronunciados y producir pronósticos hidrológicos en puntos de interés. Para realizar tales servicios de predicción hidrológica en los principales ríos de la cuenca se hace necesario mejorar constantemente la adquisición de información así como implementar las tecnologías adecuadas para mejorar los pronósticos en precisión y antelación.

En función de tales objetivos, el Laboratorio de Hidráulica y del Ambiente (LHA), con la colaboración del Departamento de Alerta Hidrológico encaró la implementación de un modelo matemático hidrodinámico del río Paraná capaz de efectuar predicciones ante distintas situaciones naturales y, en particular en el nuevo escenario hidrológico creado por la entrada en operación del embalse de Yací reta-Apipé. Para ello se utilizó el programa EZEIZA V, un modelo unidimensional en red e impermanente desarrollado en el LHA.

El estudio ha sido estructurado de la siguiente forma:

- Recopilación y procesamiento de antecedentes: batimetrías, información cartográfica, niveles hidrométricos, aforos líquidos, etc.
- Implementación y calibración del modelo hidrodinámico
- Implementación del modelo como herramienta de pronóstico.

En este informe se presentan los resultados relativos a las dos primeras tareas.

## **1 RECOPIACION DE ANTECEDENTES**

### **1.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA**

El área en estudio se presenta en la figura 1.1 y abarca las zonas de influencia del tramo del río Paraná comprendido entre Yacyretá y la ciudad de Paraná y del tramo Puerto Pilcomayo - Confluencia del río Paraguay, totalizando cerca de 1250 km del curso de estos ríos ( 859 km sobre el Paraná y 376 km sobre el Paraguay ).

El río Paraná, con una cuenca de 2.600.000 km<sup>2</sup>, es uno de los ríos más grandes y caudalosos del mundo. Su cuenca, ubicada entre las latitudes 16° y 34° Sur, abarca gran parte de Brasil y Argentina, la totalidad de Paraguay y una parte de Bolivia.

La dirección predominante de los ríos es N-S, con tendencia más marcada en el Alto Paraná al rumbo NE-SW. Luego de pasar la ciudad de Posadas este río toma una clara dirección E-W hasta alcanzar el río Paraguay, punto a partir del cual retoma la dirección N-SW, que finalmente se hace S-E hasta desembocar en el Río de la Plata.

Dentro del sistema, es posible distinguir tres zonas de diferentes características hidrográficas: el río Paraguay, el Alto Paraná y el Paraná Medio e Inferior. El período de lluvias en las altas cuencas de los ríos Paraná y Paraguay es el mismo, de noviembre a marzo, pero en las nacientes del Paraná la precipitación media anual varía entre 1.200 y 1.700 mm, mientras que en las del Paraguay la precipitación media varía entre 1.000 y 1.400 mm anuales.

En la confluencia, aguas arriba de Corrientes, las dos ramas principales del río, el Alto Paraná y el río Paraguay, se unen a una altura de 50 m sobre el nivel del mar. Ambos drenan cuencas de aproximadamente el mismo tamaño (980.000 km<sup>2</sup> y 1.150.000 km<sup>2</sup> respectivamente), pero la cuenca del Alto Paraná, que recibe mayor cantidad de precipitaciones, y tiene pendientes marcadas y una red de desagüe bien desarrollada, contribuye en un 75 % del módulo en Confluencia.

El caudal promedio en Corrientes es del orden de 15.800 m<sup>3</sup>/s, habiéndose observado crecidas cuyos máximos anuales oscilan en magnitud de 16.000 a 61.000 m<sup>3</sup>/s (18/07/1983).

El río Paraguay recibe precipitaciones menores, tiene pequeñas pendientes y una red de desagüe poco desarrollada. En su cuenca superior existe una región con grandes pantanos de unos 40.000 km<sup>2</sup>, denominada el Pantanal, que regula las descargas en forma apreciable.

Esto, sumado a las bajas pendientes, desplaza el máximo aporte del Paraguay en Confluencia al mes de junio, mientras que el del Paraná se verifica en febrero. El caudal módulo en Asunción es del orden de 3.000 m<sup>3</sup>/s y los caudales registrados varían entre 1.200 y 9.000 m<sup>3</sup>/s en esa estación.

La cuenca aguas abajo de Confluencia mide aproximadamente 470.000 km<sup>2</sup> y agrega solamente 10% al módulo en Confluencia; este tramo se caracteriza por sus pequeñas pendientes, numerosos brazos y amplias planicies inundables, razón por la cual las crecidas con grandes picos se atenúan considerablemente en el Paraná Medio e Inferior.

La sección del río Paraná en Confluencia presenta un cauce de 3.500 m de ancho, sembrado de islas y bancos de arena de diversas dimensiones. Esta sección se encuentra a 1.240 km de la Dársena Norte del puerto de Buenos Aires, desde donde se inicia el kilometraje convencional del río según el criterio de la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables (DNCPyVN).

Desde esta sección, donde recibe las aguas del Paraguay, el río tiende hacia aguas abajo a identificarse completamente con un curso de agua típico denominado como “río de llanura con lecho de fondo móvil”, lo que implica un cauce menor con grandes caudales y bajas pendientes, con dunas que se trasladan en el lecho de arena fina y un cauce mayor que se cubre durante los procesos de inundación, pudiendo excluirse algunas islas de mayor cota.

El ancho del río Paraná viene decreciendo desde Corrientes hacia aguas abajo. En efecto, pasa de 4.200 m en Corrientes a 2.600 m frente a Bella Vista (151 km aguas abajo de la sección anterior), se reduce a 2.300 m en Santa Fe y aún más frente a Rosario, donde se estima en un ancho de 2.000 m.

Desde Resistencia (Prov. del Chaco) hasta Coronda (Prov. de Santa Fe) la margen derecha del río es en general baja, a veces desdibujada en sectores inundables, de límites fluctuantes y se encuentra cruzada por numerosos riachos. Estos “Saladillos” se presentan en dirección N-S, aproximadamente paralelos al curso del cauce principal. El terreno es anegadizo y en caso de grandes crecidas se inunda en un ancho variable entre 10 y 40 km.

La margen izquierda del río es bien definida, en algunas partes con altas barrancas, adosado a las cuales corre el brazo principal. Esta margen es de mayor altura en todo el recorrido del río, presentando diferencias de nivel considerables con la margen derecha. Así, esa diferencia que es de sólo 6 m entre Corrientes y Resistencia, llega a 9 m entre Paraná y Santa Fe y alcanza 30 m entre Victoria y Rosario [5].

El cauce principal de río, en el que se encuentra la ruta de navegación, tiene en general un recorrido muy sinuoso, recostándose normalmente sobre la margen izquierda.

El Paraná Inferior se origina al invertirse la posición del brazo principal y las características de las márgenes, registrando un aumento sustancial del ancho de su valle, el que comienza a manifestarse después de la ciudad de Diamante, adquiriendo su máxima expresión en el delta originado antes de su desembocadura en el Río de la Plata.

El río Paraguay, aguas abajo de Asunción, tiene el lecho y las márgenes en depósitos aluviales. Las márgenes son bajas, especialmente la margen derecha, y con ancho variable [4].

## **1.2 INFORMACION DISPONIBLE**

### **1.2.1 Cartografía básica**

Se dispone de las cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM) a escalas 1:500.000 y 1:100.000, juntamente con los croquis de los ríos Paraguay y Paraná elaborados por el Servicio de Hidrografía Naval (SHN) a escala 1:50.000.

### **1.2.2 Secciones o topobatimetrías**

La información topobatimétrica disponible fue suministrada por la Subunidad Central Coordinadora para la Emergencia ante Inundaciones ( SUCCE ) del Ministerio del Interior y corresponde a la recopilación efectuada por Sir William Halcrow & Partners:

**Río Paraná - Tramo Ituzaingó-Corrientes:** Para este tramo se cuenta con información proveniente de Agua y Energía Eléctrica (AyEE) y del Estudio de Motor Columbus [4]. La información en cuestión se remonta a los años 1977 y 1978 y corresponde tanto a secciones idealizadas como a secciones reales, describiendo con un buen grado de detalle las características hidráulicas del cauce principal y la planicie inundable.

**Río Paraná - Tramo Corrientes-Rosario:** Para este tramo existe información tanto del Estudio de Regulación del Valle Aluvial de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay para control de inundaciones [6] , como del estudio de Paraná Medio desarrollado por AyEE. Los perfiles transversales del río fueron reconstruidos con los mosaicos aerofotogramétricos utilizados por AyEE en el año 1973. Entre las ciudades de Reconquista y Santa Fe los perfiles se extienden hacia el oeste hasta la Ruta Provincial No1, que actúa como terraplén de las aguas.

**Río Paraguay - Tramo Asunción-Corrientes:** La información proviene del estudio de Motor Columbus [4] que para el cauce principal del río se basa en información obtenida por Sir William Halcrow en el año 1970. La descripción del valle aluvial del Paraguay no es muy exacta y se limita exclusivamente a algunos puntos fijos, ya que las cartas IGM del área no poseen curvas de nivel.

Estas topobatimetrías totalizan un conjunto de 144 secciones en los dos cursos, correspondiendo 77 secciones al río Paraguay entre Puerto Pilcomayo y Confluencia, y 67 secciones al río Paraná entre Ituzaingó y la ciudad de Paraná.

Las secciones topobatimétricas fueron localizadas conforme a la ubicación presentada en los planos del Estudio de Regulación del Valle Aluvial de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay para control de inundaciones [6], ya que no se disponía de su progresiva. El espaciamiento medio entre ellas es de 12 km en el Paraná y de 5 km en el Paraguay, valores que se consideran adecuados para representar los cambios geométricos a lo largo de los tramos de los cursos en estudio.

Las figuras 1.2, 1.3, 1.4 presentan la localización de las secciones topobatimétricas en el río Paraná para los tramos Ituzaingó-Paso de la Patria, Paso de la Patria-Goya y

Reconquista-Paraná respectivamente. Las secciones topobatimétricas del tramo Asunción-Paso de la Patria del río Paraguay se presentan en la figura 1.5.

Cada sección es representada por un número variable de puntos, para los que se especifica la progresiva respecto de una de las márgenes y su cota referida al cero del IGM como plano de comparación general. Las tablas 1.1 y 1.2 detallan la ubicación de las secciones a lo largo de los cursos del Paraná y Paraguay, a partir de orígenes considerados en Ituaingó y Puerto Pilcomayo, respectivamente.

**Tabla 1.1**  
Secciones Topobatimétricas del Río Paraná

Sección	Progresiva (km)	Sección	Progresiva (km)
Ituaingó	0	Pastoril	446
Ps23	38	Lavalle	461
Ps22	48	Goya	482
Ps20	71	Recorey	503
Ps19	74	Reconquista	506
Perfil26	81	Lvpjrobl	527
Ps18	83	Los Vascos	531
Ps17	86	Ro-Malabrigo	537
Peros16	94	Romang	542
Cerrito	102	El Ceibo	552
Ceste	113	Machuca	568
Coeste	125	Es-Corri	598
Guazú	140	Esquina	601
Lenguae	153	La Carlota	625
Lenguao	156	Gu-Guayq	647
Ps06	175	Guayquiraró	659
Bobyeste	181	Sta Cruz	661
Boboeste	194	San Javier	679
Bnu	207	La Paz	697
PM101	214	San Joaquin	716
Ent-Paraguay	218	Sta Elena	725
Pm99	224	El Laurel	740
Pm97	235	Her-Feliciano	754
PM96	241	Hernandarias	765
Corrientes	246	Brugo	788
Puente	248	Curtiembre	799
Riachuelo	264	Chapetón	817
Tres Marías	287	Pto Celina	826
Empedrado	315	Va Urquiza	836
Piratapé	368	Isla Vacía	844
Piracuacito	391	Túnel	851
Bella Vista	397	Isla-Pue	852
Las Cuevas	423	Bda-Salado	857
		Bda-Grande	859

**Tabla 1.2**  
Secciones Topobatimétricas del Río Paraguay

Sección	Progresiva (km)	Sección	Progresiva (km)
Pg 81	0	Pg 37	220
Pg 79	18	Pg 36	224
Pg 78	20	Pg 35	228
Pg 77	32	Pg 34	235
Pg 76	36	Pg 33	239
Pg 75	47	Pg 32	243
Pg 73	60	Pg 31	247
Pg 72	65	Pg 30	250
Pg 70	70	Pg 29	256
Pg 69	73	Pg 28	261
Pg 68	84	Pg 27	265
Pg 67	91	Pg 26	269
Pg 66	97	Pg 25	274
Pg 65	104	Pg 24	277
Pg 64	107	Pg 23	281
Pg 63	110	Pg 21	285
Pg 62	114	Pg 20	288
Pg 61	117	Pg 19	292
Pg 60	120	Pg 18	295
Pg 59	123	Ent-Ber	297
Pg 58	126	Pg 17	301
Pg 57	131	Pg 16	305
Pg 56	134	Pg 15	310
Pg 55	141	Pg 14	321
Pg 54	144	Pg 13	324
Pg 53	147	Pg 12	327
Pg 52	153	Pg 11	330
Pg 51	156	Pg 10	334
Pg 49	169	Pg 9	337
Pg 48	174	Pg 8	341
Pg 47	180	Pg 7	345
Pg 46	183	Pg 6	349
Pg 45	187	Pg 5	352
Pg 44	191	Pg 4	359
Pg 43	196	Pg 3	363
Pg 41	204	Pg 2	367
Pg 40	207	Pg 1	370
Pg 39	213	Parag	376
Pg 38	217		

En el Anexo I se presentan los perfiles topobatimétricos de las secciones de información.

### 1.2.3 Escalas Hidrométricas

Las secciones hidrométricas utilizadas como testigo para la calibración y contraste de resultados se distribuyen en forma medianamente uniforme a lo largo del curso del río Paraná, aunque en el caso del río Paraguay sólo se cuenta con datos en la estación Formosa.

En todas las secciones de control se dispone de valores de altura hidrométrica diaria (una lectura efectuada a las 6:00 hs). Los pocos datos faltantes fueron obtenidos por interpolación entre los valores correspondientes a secciones próximas.

La información sobre las cotas de los ceros de escala respecto del plano de referencia adoptado (IGM) proviene del Distrito Paraná Superior de la DNCPyVN hasta la estación Esquina y de AyEE desde la estación La Paz en adelante. La tabla 1.3 detalla las cotas IGM de los ceros de escala de todas las estaciones involucradas.

**Tabla 1.3**  
Localización de Escalas Hidrométricas

Hidrómetro	Progresiva (km)	Cota Cero (m)	Río	Fuente
Puerto Pilcomayo	0	52.36	Paraguay	DNCPyVN
Formosa	169	47.16	"	"
Ituzaingó	0	57.43	Paraná	"
Ita Ibaté	74	51.87	"	"
Itatí	175	45.10	"	"
Corrientes	246	41.83	"	"
Empedrado	315	39.01	"	"
Bella Vista	397	33.99	"	"
Goya	482	29.12	"	"
Reconquista	506	27.13	"	"
Esquina	601	21.83	"	"
La Paz	697	15.79	"	AyEE
Santa Elena	724	14.24	"	"
Hernandarias	765	12.84	"	"
Paraná	859	9.40	"	"

### **1.3 CONSTRUCCION DEL MAPA BASE**

El mapa base de la zona modelada fue realizado mediante la digitalización de los croquis de los ríos Paraná y Paraguay a escala 1:50.000, publicados por el SIHN en 1980 y corregidos en 1984.

Dicho mapa base contiene la información sobre márgenes de los cursos de agua, islas, asentamientos poblacionales, rutas y ferrocarriles, isobatas, línea de navegación y accidentes en general, y permite la incorporación de información adicional de importancia, tales como curvas de nivel, ubicación de las secciones de control, etc., tarea que se prevé para la segunda etapa de este trabajo.

Se adoptó como sistema de referencia el sistema de coordenadas planas Gauss – Krüger [2], refiriéndose las coordenadas al meridiano central de 60° O, correspondiente a la faja 5, aún cuando parte de la traza del Paraná en la zona modelada se halla en faja 6.

### **1.4 PROCESAMIENTO DE DATOS**

#### **1.4.1 *Análisis de secciones topobatimétricas***

Con el propósito de caracterizar globalmente el cauce de los ríos, así como de analizar la consistencia de la información topobatimétrica disponible, se efectuó el estudio de las secciones procediéndose a su graficación en escala adecuada.

La frecuencia de alturas hidrométricas en las secciones de control fue calculada sobre la base de registros de alturas hidrométricas de extensiones temporales diversas (Tabla 1.4), y con ella se estimaron las cotas referidas al plano IGM asociadas a probabilidad de superación del nivel de agua determinadas. A partir de estos valores en las secciones de control se interpolaron linealmente los correspondientes a secciones intermedias y se estimó en cada sección el ancho de la sección mojada correspondiente. De esta forma, se obtuvieron gráficos relacionando anchos de sección y progresiva para diversos percentiles.

Los resultados se resumen en las figuras 1.6 a 1.9. Dichos gráficos ponen de manifiesto, entre otras cosas, con qué frecuencia las planicies son inundadas, lo cual se hace evidente por los grandes aumentos de ancho, que para una misma progresiva, muestran las distintas curvas.

Las tablas 1.5 y 1.6 presentan los valores de cota del pelo de agua asociados a diferentes probabilidades de superación para las secciones topobatimétricas de ambos cursos.

**Tabla 1.4**  
Registros Hidrométricos

<b>SECCIÓN</b>	<b>REGISTRO</b>
Puerto Pilcomayo	1970-1992
Formosa	1970-1992
Ituzaingó	1970-1994
Ita Ibaté	1970-1994
Itatí	1970-1994
Paso de la Patria	1970-1992
Corrientes	1973-1994
Goya	1970-1992
La Paz	1970-1992
Paraná	1970-1993

**Tabla 1.5**  
Niveles Asociados a Probabilidades de Superación, Río Paraná

<b>Sección</b>	<b>P95</b>	<b>P90</b>	<b>P80</b>	<b>P70</b>	<b>P50</b>	<b>P10</b>	<b>NMAX</b>
Ituzaingó	56.6	56.7	56.9	57.1	57.6	59.8	63.8
Ps23	54.6	54.7	55.0	55.2	55.7	57.9	61.7
Ps22	54.0	54.2	54.5	54.7	55.2	57.4	61.2
Ps20	52.8	53.0	53.3	53.6	54.1	56.2	59.9
Ps19	52.7	52.9	53.2	53.5	54.0	56.1	59.8
Perfil26	52.3	52.5	52.8	53.1	53.6	55.7	59.4
Ps18	52.2	52.5	52.8	53.0	53.5	55.6	59.3
Ps17	52.0	52.3	52.6	52.9	53.4	55.5	58.2
Peros16	51.6	51.9	52.2	52.4	52.9	55.0	58.7
Cerrito	51.2	51.5	51.8	52.1	52.8	54.7	58.3
Ceste	50.6	50.9	51.2	51.5	52.0	54.1	57.7
Coeste	49.9	50.3	50.6	50.9	51.4	53.5	57.0
Guazú	49.2	49.5	49.9	50.2	50.7	52.7	56.2
Lenguae	48.5	48.9	49.2	49.5	50.1	52.1	55.5
Lenguao	48.3	48.7	49.1	49.4	49.9	51.9	55.3
Ps06	47.3	47.7	48.1	48.5	49.0	51.0	54.3
Bobyeste	47.0	47.4	47.8	47.2	48.7	50.7	54.0
Boboeste	46.3	46.8	47.2	47.5	48.1	50.0	53.3
Bnu	45.6	46.1	46.5	46.9	47.4	49.4	52.3
PM101	45.2	45.7	46.2	46.5	47.1	49.0	52.2
Ent-Parag	45.0	45.5	46.0	46.3	46.9	48.8	52.0

<b>Sección</b>	<b>P95</b>	<b>P90</b>	<b>P80</b>	<b>P70</b>	<b>P50</b>	<b>P10</b>	<b>NMAX</b>
Pm99	44.7	45.2	45.6	46.0	46.6	48.5	51.6
Pm97	44.1	44.7	45.1	45.5	46.1	48.0	51.1
PM96	43.8	44.3	44.8	45.2	45.7	47.6	50.7
Corrientes	43.5	44.1	44.5	44.9	45.5	47.4	50.4
Puente	43.4	44.0	44.4	44.8	45.4	47.3	50.3
Riachuelo	42.5	43.1	43.5	44.0	44.6	46.4	49.4
Tres Marías	41.4	41.9	42.4	42.8	43.4	45.1	48.0
Empedrado	39.9	40.5	40.9	41.3	41.9	43.6	46.3
Piratapé	38.7	39.3	39.7	40.1	40.7	42.3	44.9
Piracuacito	37.5	38.1	38.5	38.9	39.5	41.1	43.5
Bella Vista	35.6	36.2	36.6	37.0	37.6	39.0	41.4
Las Cuevas	34.2	34.8	35.2	35.6	36.2	37.6	39.8
Pastoril	33.0	33.6	34.0	34.4	35.0	36.3	38.4
Lavalle	32.2	32.8	33.2	33.6	34.2	35.5	37.5
Goya	31.1	31.7	32.1	32.5	33.1	34.3	36.3
Recorey	29.8	30.4	30.8	31.2	31.9	33.1	35.0
Reconquista	29.6	30.2	30.6	31.1	31.7	32.9	34.8
Lvpjrobl	28.3	28.9	29.4	29.8	30.4	31.6	33.5
Los Vascos	28.0	28.7	29.1	29.6	30.2	31.4	33.3
Ro-Malab	27.7	28.3	28.8	29.2	29.8	31.0	32.9
Romang	27.4	28.0	28.5	28.9	29.5	30.7	32.6
El Ceibo	26.7	27.4	27.9	28.3	28.9	30.1	32.0
Machuca	25.7	26.4	26.9	27.3	28.0	29.1	31.0
Es-Corri	23.9	24.6	25.1	25.6	26.2	27.3	29.2
Esquina	23.7	24.4	24.9	25.4	26.0	27.2	29.0
La Carlota	22.2	22.9	23.5	23.9	24.5	25.7	27.6
Gu-Guayq	20.8	21.6	22.1	22.6	23.2	24.4	26.2
Guayquiraró	20.1	20.8	21.4	21.9	22.5	23.7	25.5
Sta Cruz	19.9	20.7	21.3	21.8	22.4	23.5	25.4
San Javier	18.8	19.6	20.2	20.7	21.3	22.5	24.3
La Paz	17.7	18.5	19.1	19.6	20.2	21.4	23.2
San Joaquin	16.8	17.7	18.3	18.7	19.4	20.5	22.4
Sta Elena	16.3	17.3	17.9	18.3	19.0	20.1	22.0
El Laurel	15.6	16.6	17.2	17.7	18.3	19.4	21.3
Her -Feli	14.9	16.0	16.6	17.0	17.6	18.8	20.7
Hernandarias	14.4	15.5	16.1	16.5	17.1	18.3	20.3
Brugo	13.3	14.5	15.0	15.5	16.1	17.3	19.3
Curtiembre	12.8	14.0	14.5	15.0	15.6	16.8	18.8
Chapetón	11.9	13.2	13.7	14.2	14.7	16.0	18.1
Pto Celina	11.5	12.8	13.3	13.8	14.3	15.6	17.7
Va Urquiza	11.0	12.3	12.9	13.3	13.9	15.1	17.3
Isla Vacía	10.6	12.0	12.5	13.0	13.5	14.7	16.9
Túnel	10.3	11.7	12.2	12.6	13.2	14.4	16.6
Isla Pue	10.2	11.6	12.1	12.6	13.1	14.4	16.6
Bda Salado	10.0	11.4	11.9	12.4	12.9	14.2	16.4
Bda Grande	9.9	11.3	11.8	12.3	12.8	14.1	16.3

**Tabla 1.6**  
Niveles Asociados a Probabilidades de Superación, Río Paraguay

Sección	P90	P70	P50	P10	Nmax	Sección	P90	P70	P50	P10	Nmax
Pg 81	53.9	55.5	56.4	59.1	60.2	Pg 37	48.0	49.6	50.6	53.8	55.5
Pg 79	53.5	55.0	55.9	58.7	59.9	Pg 36	47.9	49.5	50.5	53.7	55.4
Pg 78	53.4	54.8	55.9	58.6	59.9	Pg 35	47.8	49.4	50.5	53.6	55.3
Pg 77	53.1	54.7	55.5	58.3	59.7	Pg 34	47.6	49.2	50.3	53.4	55.0
Pg 76	53.0	54.6	55.4	58.2	59.6	Pg 33	47.5	49.1	50.2	53.3	54.9
Pg 75	52.7	54.3	55.1	58.0	59.4	Pg 32	47.4	49.0	50.1	53.2	54.8
Pg 73	52.3	53.9	54.8	57.6	59.2	Pg 31	47.3	48.9	50.0	53.1	54.6
Pg 72	52.2	53.8	54.7	57.5	59.1	Pg 30	47.2	48.8	49.9	53.0	54.5
Pg 70	52.1	53.7	54.6	57.4	59.0	Pg 29	47.1	48.6	49.7	52.9	54.3
Pg 69	52.0	53.6	54.5	57.3	59.0	Pg 28	46.9	48.5	49.6	52.8	54.1
Pg 68	51.7	53.3	54.2	57.1	58.8	Pg 27	46.8	48.4	49.5	52.7	53.9
Pg 67	51.5	53.1	54.0	56.9	58.7	Pg 26	46.7	48.3	49.4	52.6	53.8
Pg 66	51.3	52.9	53.8	56.7	58.6	Pg 25	46.6	48.1	49.2	52.4	53.6
Pg 65	51.2	52.7	53.7	56.6	58.5	Pg 24	46.5	48.0	49.2	52.4	53.5
Pg 64	51.1	52.7	53.6	56.5	58.4	Pg 23	46.4	47.9	49.1	52.3	53.4
Pg 63	51.0	52.6	53.5	56.4	58.4	Pg 21	46.3	47.8	49.0	52.2	53.3
Pg 62	50.9	52.4	53.4	56.3	58.3	Pg 20	46.2	47.8	48.9	52.1	53.1
Pg 61	50.8	52.4	53.3	56.3	58.3	Pg 19	46.1	47.7	48.8	52.0	53.0
Pg 60	50.7	52.3	53.2	56.2	58.2	Pg 18	46.0	47.6	48.7	51.9	52.9
Pg 59	50.6	52.2	53.2	56.1	58.2	Ent-Ber	46.0	47.5	48.7	51.9	52.8
Pg 58	50.5	52.1	53.1	56.0	58.1	Pg 17	45.9	47.4	48.6	51.8	52.7
Pg 57	50.4	52.0	53.0	55.9	58.0	Pg 16	45.8	47.3	48.5	51.7	52.5
Pg 56	50.3	51.9	52.9	55.9	58.0	Pg 15	45.6	47.2	48.3	51.6	52.3
Pg 55	50.1	51.7	52.7	55.7	57.9	Pg 14	45.3	46.9	48.0	51.3	51.9
Pg 54	50.1	51.6	52.6	55.6	57.8	Pg 13	45.2	46.8	48.0	51.2	51.8
Pg 53	50.0	51.6	52.5	55.5	57.8	Pg 12	45.2	46.7	47.9	51.2	51.7
Pg 52	49.8	51.4	52.4	55.4	57.7	Pg 11	45.1	46.6	47.8	51.1	51.6
Pg 51	49.7	51.3	52.3	55.3	57.6	Pg 10	45.0	46.5	47.7	51.0	51.5
Pg 49	49.4	50.9	51.9	55.0	57.4	Pg 9	44.9	46.4	47.6	50.9	51.4
Pg 48	49.3	50.8	51.8	54.9	57.2	Pg 8	44.8	46.3	47.5	50.8	51.2
Pg 47	49.1	50.7	51.7	54.7	57.0	Pg 7	44.7	46.2	47.4	50.7	51.1
Pg 46	49.0	50.6	51.6	54.7	56.9	Pg 6	44.6	46.1	47.3	50.6	50.9
Pg 45	48.9	50.5	51.5	54.6	56.7	Pg 5	44.5	46.0	47.2	50.6	50.8
Pg 44	48.8	50.4	51.4	54.5	56.6	Pg 4	44.3	45.8	47.1	50.4	50.6
Pg 43	48.7	50.2	51.3	54.3	56.4	Pg 3	44.2	45.7	46.9	50.3	50.4
Pg 41	48.5	50.0	51.1	54.2	56.1	Pg 2	44.1	45.6	46.8	50.2	50.3
Pg 40	48.4	49.9	51.0	54.1	56.0	Pg 1	44.0	45.5	46.8	50.1	50.2
Pg 39	48.2	49.8	50.8	53.9	55.8	Parag	43.8	45.4	46.6	50.0	50.0
Pg 38	48.1	49.7	50.7	53.8	55.7						

De la observación de los gráficos es posible concluir que en el tramo correspondiente al Alto Paraná, entre Ituzaingó y Corrientes, la curva de relación de ancho de sección con progresiva presenta cierta uniformidad para percentiles altos (hasta 50%), mientras que para valores menores muestran variaciones más abruptas debidas a la incorporación de amplias planicies de inundación a la zona de escurrimiento. En el tramo Corrientes-Paraná

el aumento del ancho con el nivel de agua es más gradual, correspondiendo a secciones con planicies menos preponderantes.

La construcción de estos gráficos permite, en la etapa de calibración, identificar zonas asociadas a velocidades bajas, responsables de retardos en la ocurrencia de máximos para los eventos modelados y, eventualmente, señala la necesidad de corroborar la información topobatimétrica.

En el caso del río Paraguay, el gráfico sugiere un comportamiento más homogéneo para cada nivel, excepto en los casos en que se observan variaciones bruscas correspondientes a la inundación de las planicies.

Para las secciones relevadas fueron calculados otros parámetros hidráulicos: tirante medio (cociente entre el área y el ancho superficial), conductancia, área de la sección de escurrimiento y ancho superficial para diversos niveles de agua, de forma de detectar secciones con comportamientos anómalos y, en general, validar la información. Este cálculo fue efectuado mediante el programa de preprocesamiento GEOV. Los resultados se muestran en las figuras 1.10 y 1.11 donde por completitud se vuelven a presentar los anchos superficiales para 2 condiciones definidas por los niveles de agua correspondientes a los percentiles 50 y 90.

La conductancia **K** está definida por la relación existente entre el gasto **Q** y la raíz cuadrada de la pendiente de fricción  $j_f$ ,  $K = Q / \sqrt{j_f}$ . Si la sección es compuesta y si se supone que la pendiente de fricción es uniforme a lo ancho de la sección, la conductancia (sobre la base de la ley de Chezy - Manning) se calcula como:

$$K = \sum_i \frac{1}{n_i} \Omega_i \cdot R_i^{2/3}$$

donde  $\Omega$  es la sección de escurrimiento, **n** el coeficiente de rugosidad de Manning y **R** el radio hidráulico correspondientes a la subsección *j*.

En las figuras N<sup>o</sup> 1.12 a 1.17 se representa la conductancia para algunas secciones de los ríos Paraná y Paraguay, cuyo análisis permite caracterizar la capacidad conductiva del curso de la siguiente forma:

**Río Paraná entre Ituzaingó y Confluencia** (figuras 1.12 y 1.13): se trata de curvas monótonamente crecientes con concavidad hacia arriba. Se advierte que, excepto en secciones particulares, la conductancia aumenta para un nivel dado con la progresiva de la sección, y esto se da para todos los niveles.

**Río Paraná entre Confluencia y Paraná:** (figuras 1.14 y 1.15) el río presenta en general conductancias mayores hacia aguas abajo. El patrón de crecimiento es similar al del caso anterior.

**Río Paraguay:** (figuras 1.16 y 1.17) Nuevamente se presentan curvas monótonamente crecientes y cóncavas hacia arriba. Las conductancias son más importantes hacia aguas abajo, excepto en algunas secciones.

## **2 CARACTERÍSTICAS DEL MODELO MATEMÁTICO HIDRODINÁMICO DE REDES DE CANALES EZEIZA V**

### **2.1 GENERALIDADES**

La mayoría de los ríos y arroyos se caracteriza por poseer una dirección privilegiada de escurrimiento. Por lo tanto, en esos casos, un tratamiento unidimensional del flujo describe acabadamente el comportamiento hidrodinámico del sistema.

El tratamiento se extiende para simular el escurrimiento sobre la planicie de inundación, que se produce para altos caudales.

Cuando se tiene una red de canales, naturales y/o artificiales, se debe plantear, además de las ecuaciones básicas del movimiento del fluido, relaciones de compatibilidad en los encuentros de pares de componentes. Al mismo tiempo, puesto que la presencia de estructuras y transiciones altera el escurrimiento natural del cuerpo de agua, es preciso evaluar esa perturbación.

Un modelo matemático de red de canales debe ser capaz de satisfacer los requisitos anteriores, para distintas condiciones de borde aguas arriba y aguas abajo, de modo de ser una herramienta aplicable y versátil.

### **2.2 ECUACIONES DE BASE**

Ezeiza V es un sistema computacional para el cálculo de la traslación de ondas en ríos y canales [3]. Plantea una descomposición del sistema de canales en "filamentos", que son cursos o grupos de cursos de agua integrantes de la red. Estos filamentos pertenecen a uno de los siguientes tipos:

- tipo 1: se debe especificar para él condiciones de borde aguas arriba y aguas abajo;
- tipo 2: el filamento desemboca en otro filamento, por lo cual sólo es necesario estipular la condición de aguas arriba;
- tipo 3: el filamento parte de otro filamento, por lo cual sólo es preciso especificar la condición de aguas abajo;
- tipo 4: el filamento parte y llega a sendos filamentos, por lo que no es necesario establecer condiciones de borde.

El modelo se basa en la integración numérica de las ecuaciones de Saint-Venant para cada filamento, las que pueden escribirse como sigue:

- ***Ecuación de continuidad (Conservación de la masa):***

$$(2.1) \quad \frac{\partial \Omega}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

**- Ecuación de conservación de la cantidad de movimiento:**

$$(2.2) \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{\Omega} + \frac{g}{2} \Sigma \right) = g \Omega (I_0 - I_f) + \frac{g}{2} \gamma + q u_L$$

donde:

**t:** coordenada temporal

**x:** coordenada espacial

**$\Omega$ :** área de la sección transversal al escurrimiento

**Q:** caudal

**q:** descarga lateral entrante por unidad de longitud

**$u_L$ :** componente de la velocidad de la descarga lateral entrante en la dirección del escurrimiento

**g:** aceleración de la gravedad

**S:** momento areal (= 2  $h_{ce}$  W)

**$h_{ce}$ :** centroide de la sección

**$\gamma$ :** coeficiente de divergencia, dado por:

$$(2.3) \quad \left. \frac{\partial \Sigma}{\partial x} \right|_{h=cte}$$

**h:** tirante

**$I_0$ :** pendiente del fondo

**$I_f$ :** pendiente de fricción.

En las secciones de unión de filamentos se establece la conservación de la energía mecánica. Estas ecuaciones deben ser complementadas con adecuadas condiciones iniciales (distribuciones de niveles y caudales para el tiempo inicial) y de borde, que dependen del régimen de escurrimiento.

Al sistema de ecuaciones anteriores se lo complementó con relaciones que permiten tener en cuenta la existencia de ([1]):

- *planicies de inundación o zonas de almacenamiento*, adosadas a uno o a ambos lados del cauce principal a través de la introducción del factor de cantidad de movimiento;
- *estructuras* (compuertas, vertederos, alcantarillas, etc.) representadas por medio de expresiones que relacionan el caudal erogado con los niveles de agua a uno o ambos lados de la estructura y con sus características geométricas;
- *transiciones*, que representan pérdidas localizadas de energía expresadas en términos de un coeficiente de pérdida.

### 2.3 DISCRETIZACIÓN Y CONDICIONES DE BORDE

Para la discretización de las ecuaciones mencionadas se utilizó el esquema de Preissman, método clásico en la resolución de este tipo de problemas. El mismo es de tipo implícito y vincula las variables del escurrimiento pertenecientes a dos secciones de cálculo adyacentes y dos pasos temporales de cálculo sucesivos. Resulta, por lo tanto, una molécula de cálculo que involucra a cuatro puntos del plano  $x, t$ . Las aproximaciones de una función continua  $f(x,t)$  y de sus derivadas parciales resultan:

$$(2.4) \quad f(x_j, t) = \theta f_j^{n+1} + (1-\theta) f_j^n \quad \text{para } t^n \leq t < t^{n+1}$$

$$(2.5) \quad f(x, t^n) = \frac{1}{2}(f_j^n + f_{j+1}^n) \quad \text{para } x_j \leq x < x_{j+1}$$

$$(2.6) \quad \frac{\partial}{\partial t} f(x, t) = \frac{(f_{j+1}^{n+1} - f_{j+1}^n) + (f_j^{n+1} - f_j^n)}{2\Delta t}$$

$$t^n \leq t < t^{n+1}, x_j \leq x < x_{j+1}$$

$$(2.7) \quad \frac{\partial}{\partial x} f(x, t) = \frac{\theta(f_{j+1}^{n+1} - f_j^{n+1}) + (1-\theta)(f_{j+1}^n - f_j^n)}{\Delta x}$$

Nótese que se ha introducido un factor  $\theta$  en la discretización vinculada a  $x$ , el cual tiene relación con la estabilidad del método numérico, puesto que determina el peso que se le da a las variables en el paso siguiente de cálculo, frente a las ya calculadas.

Incluyendo estas relaciones en las ecuaciones diferenciales de partida, se arriba a un sistema algebraico no lineal en el cual las variables dependientes primarias son el caudal y el área transversal. Por lo tanto, las incógnitas a resolver para cada filamento son:  $Q$  y  $\Omega$  para las progresivas  $j$  y  $(j+1)$  en el tiempo  $(n+1)$ . Las variables restantes son consideradas como funciones geométricas que dependen de  $x$  y de  $\Omega$  y que sólo a través de la última son funciones implícitas del tiempo.

Luego de realizar hipótesis para el término del gradiente de presiones, resta formular las condiciones de contorno para los filamentos. Para escurrimiento subcrítico, se agrega una ecuación que establece la condición de borde aguas arriba (en general el tirante o el caudal) y otra para los nodos aguas abajo (tirante, caudal o la relación altura-caudal). Para los filamentos distintos al tipo 1, la condición que se estipula en el nodo de conexión con otro filamento es la de conservación de la energía mecánica. La matriz de coeficientes de cada filamento queda por lo tanto estructurada como tridiagonal en bloques, que puede resolverse eficientemente por el sistema de doble barrido.

El paso de cálculo espacial  $\Delta x$  es constante. Este paso debe tomarse de modo tal de compatibilizar el volumen de cálculo con la adecuada representación de las escalas espaciales del movimiento.

Una vez que se ha fijado el paso espacial, es posible calcular el paso temporal de Courant, que caracteriza la escala más rápida de movimiento que se puede resolver:

$$(2.8) \quad \Delta t_{Cr} = \frac{\Delta x}{\sqrt{gH}}$$

donde  $H$  es un valor representativo del tirante (si el número de Froude del escurrimiento es del orden de 1, conviene reemplazar el denominador por:  $U+(gH)^{1/2}$ , donde  $U$  es un valor representativo de la velocidad). Cuando la escala de impermanencia del flujo es mucho mayor que la escala de Courant, puede aumentarse el valor de  $\Delta t$  (dado el carácter incondicionalmente estable del método de cálculo), el cual queda fijado de acuerdo a criterios de precisión en la representación de los movimientos a estudiar.

## 2.4 VARIABLES DE INGRESO AL MODELO EZEIZAV

Los datos a ingresar al modelo son los siguientes:

- a) conectividad de los filamentos de la red (cantidad de filamentos y distribución relativa de los mismos);
- b) secciones transversales en ubicaciones arbitrarias (el modelo se encarga de interpolar para satisfacer su condición de paso espacial), mediante la especificación de una distancia respecto a un punto origen y la cota relativa a un plano de comparación (en el plano vertical de cada sección transversal a los filamentos);

- c) características de resistencia al escurrimiento de los canales, representada a través del coeficiente de Chezy - Manning;
- d) condiciones de borde de los filamentos, de acuerdo al tipo;
- e) condiciones de arranque del modelo (si bien éste posee la capacidad de generarlas automáticamente, por omisión);
- f) parámetros numéricos, tales como paso espacial y temporal.

## **2.5 SALIDA DEL MODELO EZEIZA V**

El sistema computacional entrega las siguientes salidas básicas:

- a) perfil de la onda sobre los filamentos;
- b) hidrogramas de caudal y nivel en secciones previamente especificadas;
- c) mapas de inundación.

### 3 IMPLEMENTACION DEL MODELO HIDRODINAMICO

#### 3.1 REPRESENTACION DEL SISTEMA:

##### 3.1.1 *Extensión del Modelo*

El modelo hidrodinámico, que incluye parcialmente a los ríos Paraná y Paraguay, se extiende:

- a) por el río Paraná, desde la localidad de Ituzaingó hasta la ciudad de Paraná.
- b) por el río Paraguay, desde la localidad de Puerto Pilcomayo hasta su desembocadura en el Río Paraná en las proximidades de Paso de la Patria.

##### 3.1.2 *Red de Cálculo*

Se considera que estos cursos son suficientes para representar adecuadamente el comportamiento hidrodinámico de la zona modelada y que la inclusión de otros cursos menores no significaría resultados mejores. De esta forma, se dispuso filamentos en correspondencia con cada uno de ellos conforme a la figura 3.1.

La Tabla 3.1 contiene, en forma resumida, las características de los filamentos que definen la red y la cantidad de secciones de información de cada uno.

**Tabla 3.1**  
Características de la red de cálculo

<b>Nº Filamento</b>	<b>Curso</b>	<b>Longitud (Km)</b>	<b>Cantidad de Secciones</b>	<b>Borde Aguas Arriba</b>	<b>Borde Aguas Abajo</b>
1	Paraná	859	67	Q ó H	H ó H-Q
2	Paraguay	376	77	H	—

El filamento 1, con 859 km de extensión (río Paraná), es de tipo 1, y requiere condiciones de borde tanto en su extremo de aguas arriba como en el de aguas abajo. El filamento 2, definido por el río Paraguay, es del tipo 2, es decir, requiere que se le provea sólo la condición del borde de aguas arriba. Su extremo aguas abajo es el nodo de unión con el otro filamento y queda supeditado a la conservación de la energía mecánica. Este filamento tiene una longitud de 376 km.

### **3.1.3 Planicies de inundación**

Las planicies de inundación suelen estar separadas de los cursos principales por *albardones* de una altura considerable. Estas formaciones están constituidas por sedimentos que va depositando el río al bajar las aguas luego de las grandes crecidas. A medida que se produce el ascenso de nivel en los ríos por sobre el albardón, comienza un trasvase de agua hacia las planicies.

Una vez transferidos los primeros volúmenes de agua, las planicies actúan inicialmente como zonas de almacenamiento hasta que se generan los gradientes longitudinales y transversales de nivel (respecto a la disposición del río) que permiten un escurrimiento en las mismas. Puede ocurrir que, si el albardón es alto, quede agua en la planicie que no retorna directamente al cauce principal al bajar los niveles.

Los planteos de representación del movimiento consisten en:

- a) aproximaciones unidimensionales globales que incorporan a las planicies de inundación a través de la consideración de cauces de sección compuesta (cauce principal más zonas de expansión laterales en cada sección). Este enfoque fue el elegido para el presente estudio, considerándose la altura del albardón un parámetro de ajuste del modelo.
- b) Simulación unidimensional en la que se hace una discriminación explícita del escurrimiento de planicie, asumiendo la existencia de filamentos en correspondencia con ellas. En este enfoque, se vuelve crítica la estabilidad del modelo en virtud de la diferencia de conductancia de las planicies y los cauces principales.
- c) Simulación bidimensional para las planicies, en la que no se fuerza la división del flujo; en este caso, se emplea un modelo hidrodinámico bidimensional integrado en la vertical. La aplicación del modelo bidimensional puede limitarse a las planicies (y utilizarse un modelo unidimensional para los cursos principales) o extenderse a todo el recinto.
- d) Simulación bidimensional para las planicies, en la que se las representa a través de celdas de almacenamiento y transporte, comunicadas entre sí mediante "uniones" río (comunicación en el sentido longitudinal respecto al curso vecino) o vertedero (comunicación transversal).

### **3.1.4 Condiciones de Borde**

Para el río Paraná se ha utilizado como condición de borde de aguas arriba la serie de caudales medios diarios erogados en Yacyretá. En la frontera de aguas abajo fue utilizada como condición de borde la serie de alturas hidrométricas diarias registradas en la localidad de Paraná en las corridas de calibración, mientras que para la explotación del modelo se utilizará la curva de descarga en el cierre Paraná-Santa Fe.

En el río Paraguay la condición de borde de aguas arriba es la serie de niveles hidrométricos en Puerto Pilcomayo.

### **3.1.5 Rugosidad**

Para cuantificar la resistencia hidráulica se dispone como parámetro del coeficiente de rugosidad de Manning, cuyo rango de variación está perfectamente acotado en función de la experiencia en la materia, resumida en la bibliografía internacional. Cabe destacar que el coeficiente de rugosidad de Manning carga con la disipación de energía que se da por transferencia energética de las escalas resueltas a todas las escalas no resueltas por el análisis.

En virtud de la existencia de mayor vegetación y obstrucciones en las planicies (asentamientos, muelles, etc.), la resistencia en la dirección de escurrimiento sobre ellas es mucho mayor que en los cauces principales.

Para los cursos principales se utilizó un valor inicial de 0,026, mientras que para las planicies el valor original fue de 0,200. Ambos valores fueron luego ajustados en la etapa de calibración.

### **3.1.6 Parámetros numéricos y características de las corridas**

El sistema EZEIZA V opera con un paso de discretización espacial uniforme particular para cada filamento, calculando los datos necesarios (las características geométricas en las secciones intermedias) mediante interpolación en base a los valores disponibles de las dos secciones más cercanas.

Se tomó un paso espacial de aproximadamente 5 km (éste se reajusta automáticamente en cada filamento para determinar un paso uniforme) con lo cual se arribó a un total de 249 nodos.

El paso temporal que surge de la relación entre el paso espacial y la velocidad media de la corriente (estimada en 0,8 m/s), que se considera representativa de la celeridad de una onda cinemática, es de alrededor de 6000 segundos. Los cálculos se efectuaron, de todos modos, con un paso temporal sensiblemente menor; a saber,  $\Delta t=10$  minutos (600 segundos), para el cual se logró la convergencia numérica para la precisión requerida.

## **3.2 CORRIDAS DE CALIBRACION Y VERIFICACION**

### **3.2.1 Períodos de Calibración y Verificación**

La calibración del modelo se efectúa en base a la comparación de los niveles registrados y calculados en escalas intermedias, siendo el parámetro de ajuste el coeficiente de rugosidad de Manning y el nivel de los albardones. Se tomó como período de calibración el que se extiende entre marzo de 1996 y marzo de 1997 (376 días).

La serie de alturas hidrométricas registradas entre marzo y octubre de 1996 corresponde a un período de aguas bajas y fue utilizada para calibrar el coeficiente de Manning del cauce principal, mientras que el período comprendido entre octubre de 1996 y marzo de 1997 durante el cual se desarrolló una gran crecida, fue empleado para calibrar el coeficiente de Manning de planicies y la altura de los albardones que las separan del cauce principal.

El período comprendido entre octubre de 1994 y diciembre de 1995 constituyó el escenario de verificación de los valores obtenidos a partir de las corridas de calibración.

### 3.2.2 Calibración

En el caso del Río Paraná, los valores finales del coeficiente de rugosidad de Manning obtenidos del ajuste están indicados en la tabla 3.2 y son representados en la figura 3.2 en relación con la progresiva. El valor del coeficiente de rugosidad obtenido para las planicies fue  $n_p = 0.800$ .

La tabla 3.3 presenta los valores de altura de los albardones para las secciones topobatimétricas del modelo comprendidas entre las secciones Corrientes y Paraná que son representadas en la figura 3.3 en función de su progresiva.

En el Río Paraguay, se mantuvieron los valores iniciales de coeficiente de rugosidad para cauce y planicie,  $n_c = 0.026$  y  $n_p = 0.200$ , respectivamente.

En las Figuras 3.4a a 3.4l se comparan los niveles medidos y calculados por el modelo para las secciones testigo mencionadas a partir del 1 de abril de 1996, a los fines de eliminar el período transitorio inicial durante el cual el modelo entra en régimen.

Se aprecia que existe un acuerdo general satisfactorio para todas las estaciones. Las diferencias más notables aparecen a partir de la sección Goya hacia aguas abajo, donde los niveles modelados caen por encima de los registrados entre los días 1/06 al 10/10 de 1996 y a partir del 1/02/97 hasta el final del período simulado.

En Reconquista (km 506) el nivel calculado es inferior al medido en el período del 30/04 al 10/07. Este comportamiento estaría manifestando que la contribución de las planicies al escurrimiento encauzado durante la recesión no está siendo bien representada, ya que el modelo calcula niveles hidrométricos menores en este período, en tanto el ajuste puede ser considerado bueno a partir del día 20/06. Un patrón de comportamiento similar se observa para las secciones restantes.

A partir de la sección La Paz (km 697) comienza a manifestarse un pequeño efecto de filtrado de las oscilaciones de nivel, en tanto los valores medidos y calculados permanecen perfectamente en fase.

**Tabla 3.2**  
Coeficiente de Rugosidad de Manning

Sección	Progresiva (km)	Coeficiente n de Manning	Sección	Progresiva (km)	Coeficiente n de Manning
Ituzaingó	0	0.034	Pastoril	446	0.0284
Ps23	38	0.034	Lavalle	461	0.030
Ps22	48	0.034	Goya	482	0.030
Ps20	71	0.034	Recorey	503	0.030
Ps19	74	0.034	Reconquista	506	0.030

<b>Sección</b>	<b>Progresiva (km)</b>	<b>Coficiente n de Manning</b>	<b>Sección</b>	<b>Progresiva (km)</b>	<b>Coficiente n de Manning</b>
Perfil26	81	0.034	Lvpjrobl	527	0.024
Ps18	83	0.034	Los Vascos	531	0.024
Ps17	86	0.034	Ro-Malab	537	0.024
Peros16	94	0.034	Romang	542	0.024
Cerrito	102	0.034	El Ceibo	552	0.024
Ceste	113	0.034	Machuca	568	0.024
Coeste	125	0.034	Es-Corri	598	0.024
Guazú	140	0.034	Esquina	601	0.026
Lenguae	153	0.034	La Carlota	625	0.026
Lenguao	156	0.034	Gu-Guayq	647	0.026
Ps06	175	0.022	Guayquiraró	659	0.026
Bobyeste	181	0.022	Sta Cruz	661	0.026
Boboeste	194	0.022	San Javier	679	0.026
Bnu	207	0.022	La Paz	697	0.032
PM101	214	0.022	San Joaquin	716	0.032
Ent-Paraguay	218	0.022	Sta Elena	725	0.0309
Pm99	224	0.022	El Laurel	740	0.029
Pm97	235	0.022	Her-Feli	754	0.0273
Pm96	241	0.022	Hernand	765	0.026
Corrientes	246	0.030	Brugo	788	0.026
Puente	248	0.030	Curtiembre	799	0.026
Riachuelo	264	0.030	Chapetón	817	0.026
Tres Marías	287	0.030	Pto Celina	826	0.026
Empedrado	315	0.030	Va Urquiza	836	0.026
Piratapé	338	0.030	Isla Vacía	844	0.026
Piracuacito	361	0.0284	Túnel	851	0.026
Bella Vista	397	0.026	Isla-Pue	852	0.026
Las Cuevas	423	0.026	Bda Salado	857	0.026
			Bda Grande	859	0.026

**Tabla 3.3**  
Nivel del albardón

<b>Sección</b>	<b>Progresiva (km)</b>	<b>Cota de albardón (m)</b>
Corrientes	246	48.0
Puente	248	47.9
Riachuelo	264	47.5
Tres Marías	287	46.8
Empedrado	315	46.0
Piratapé	338	44.3
Piracuacito	361	42.5
Bella Vista	397	39.8
Las Cuevas	423	38.0
Pastoril	446	36.5
Lavalle	461	35.4
Goya	482	34.0
Recorey	503	32.7
Reconquista	506	32.5
Lvpjrobl	527	31.4
Los Vascos	531	31.2
Ro-Malabrigo	537	30.9
Romang	542	30.6
El Ceibo	552	30.1
Machuca	568	29.2
Es-Corri	598	27.7
Esquina	601	27.5
La Carlota	625	25.8
Gu-Guayq	647	24.2
Guayquiraró	659	23.4
Sta Cruz	661	23.3
San Javier	679	22.0
La Paz	697	20.7
San Joaquin	716	19.2
Sta Elena	725	18.5
El Laurel	740	17.9
Her-Feliciano	754	18.4
Hernandarias	765	17.0
Brugo	788	16.3
Curtiembre	799	15.9
Chapetón	817	15.3
Pto Celina	826	15.0
Va Urquiza	836	14.7
Isla Vacía	844	14.5
Túnel	851	14.3
Isla-Pue	852	14.2
Bda Salado	857	14.1
Bda Grande	859	14

En el caso de la estación Formosa del Río Paraguay, el limnigrama obtenido presenta alturas de agua menores a las medidas hasta fines de junio y después del 1/10.

En la figura 3.5 se muestran perfiles longitudinales del curso del Río Paraná, válidos para distintos tiempos. Se advierte que el río presenta una pendiente casi constante a lo largo de su longitud, con un valor medio de 5,7cm/km para los tiempos señalados.

En el caso de Río Paraguay, la figura 3.6 presenta perfiles longitudinales del curso para los mismos tiempos. Se advierte en este caso mayor variación de la declividad del perfil, especialmente en las cercanías de la confluencia con el Paraná. La pendiente media en este caso es de 2,4 cm/km.

### **3.2.3 Verificación para niveles**

En las figuras 3.7.a a 3.7.l se presenta el contraste entre los niveles medidos y calculados por el modelo para las secciones utilizadas para control a partir del 1 de noviembre de 1994.

Puede observarse que existe un acuerdo general satisfactorio para todas las estaciones.

En términos generales los niveles calculados por el modelo son algo mayores a los medidos, hay un leve efecto de filtrado y no hay deferencias de fase apreciables.

A partir de la sección Bella Vista el efecto de filtrado se intensifica y a partir de la sección Esquina los valores calculados experimentan un adelanto respecto de las mediciones hasta mediados de abril de 1995.

En la sección Formosa del Río Paraguay los valores son siempre inferiores a los medidos.

Algunos perfiles longitudinales del nivel del Río Paraná, para diferentes momentos se grafican en la figura 3.8. Se advierte que, como en la simulación presentada anteriormente, el curso tiene una declividad aproximadamente uniforme casi constante a lo largo de su longitud, excepto en la proximidad de Confluencia (km 218), con un valor medio de 5,7 cm/km prácticamente análogo al caso anterior.

En el río Paraguay, el valor medio de la pendiente del pelo de agua también es análogo al del caso anterior (2,4 cm/km) y como indica la figura 3.9 tienen validez las consideraciones hechas sobre la serie anterior.

### **3.2.4 Verificación para caudales**

En la sección de control Corrientes la curva de descarga H-Q se expresa matemáticamente por :

$$Q(h) = 0.4404 \cdot (h + 12036)^{3.82385} \quad h < 6 \text{ m}$$

$$Q(h) = 567.218 \cdot h^2 + 348.86 h + 53935 \quad h > 6 \text{ m}$$

siendo  $h$  la lectura hidrométrica.

Esta relación fue ajustada por EVARSA S.A. sobre aforos realizados por AyEE. Los mismos están tabulados en el Anexo I e incluyen valores desde 1981 hasta 1996. En la figura 3.10 se representan los datos de aforo y la curva de descarga mencionada.

Los valores de caudales obtenidos por simulación para los dos escenarios (calibración y verificación) simulados en la sección Corrientes se presentan en las figuras 3.11 y 3.12 observándose en ambos casos la existencia de pequeños lazos de histéresis.

Esos mismos valores son contrastados con la curva de descarga y con los caudales aforados en la figura 3.13. Se observa un acuerdo general satisfactorio.

En el caso de la serie de marzo de 1996 a marzo de 1997, los caudales simulados son mayores que los dados por la curva para niveles hidrométricos inferiores a 4,5 m, mientras que para niveles entre 4,5 y 5,5 m el acuerdo es aceptable. Para valores de altura superiores a 5,5 m las descargas simuladas son inferiores a las registradas.

Para el segundo escenario modelado, los caudales calculados son superiores a los dados por la curva para niveles inferiores a 4,5 m, se ajustan a la curva de descarga entre 4,5 y 5,5 m y son menores para niveles que superan ese valor.

#### **4 CONCLUSIONES**

El modelo hidrodinámico construido es altamente satisfactorio desde el punto de vista cualitativo, ya que ha demostrado su capacidad para predecir las características esenciales del flujo. El modelo también resulta satisfactorio desde el punto de vista cuantitativo, ya que sus predicciones de niveles y caudales en las estaciones de registro muestran acuerdos que pueden ser considerados buenos, teniendo en cuenta la gran extensión modelada.

El aumento de precisión de las predicciones requeriría, por un lado implementar tratamientos algo más elaborados de las transiciones encauzado/desbordado y viceversa (tema en estudio) y, por otro, una mejor información topográfica. También sería necesario elaborar más sobre la condición de borde aguas abajo, de modo de mejorar la precisión en el tramo final (actualmente se trabaja en el corrimiento de ese borde hacia aguas abajo).

El uso del modelo como herramienta adicional para el pronóstico es una tarea que ya está llevando a cabo el Servicio de Información y Alerta hidrológico.

## REFERENCIAS

- [1] BOMBARDELLI, F. A., MENENDEZ, A. N., BREA, J. D., MONTALVO, J. L., PORRO, G. O., "Estudio hidrodinámico del Delta del río Paraná mediante modelación matemática. Informe de Avance N° 1", Informe LHA-INCYTH 137-01-94, Ezeiza, 1994.
- [2] INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. "Coordenadas planas rectangulares Gauss - Krüger. Nuevas fórmulas y tablas para cálculo con máquina". Publicación Técnica N° 9. Buenos Aires, 1967.
- [3] MENENDEZ, A. N., FUNAI, R., BEIRAK, E., CARRERAS, P. E., Ezeiza IV: Un sistema computacional para el cálculo de la traslación de ondas en ríos y canales, Informe LHA-INCYTH 67-001-87, Ezeiza, 1987.
- [4] MOTOR COLUMBUS Y ASOCIADOS, Estudio de crecidas de los ríos Paraná y Paraguay, Volumen 2. Buenos Aires, 1979.
- [5] PRENDES H., SCHREIDER M., AMSLER M. y otros, Estudio de las condiciones de navegabilidad de los ríos Paraná y Paraguay, al norte de Santa Fe, en territorio argentino. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, 1995.
- [6] SIR HALCROW & PARTNERS, Estudio de regulación del valle aluvial de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay para control de inundaciones. Buenos Aires, 1995.

## **FIGURAS**

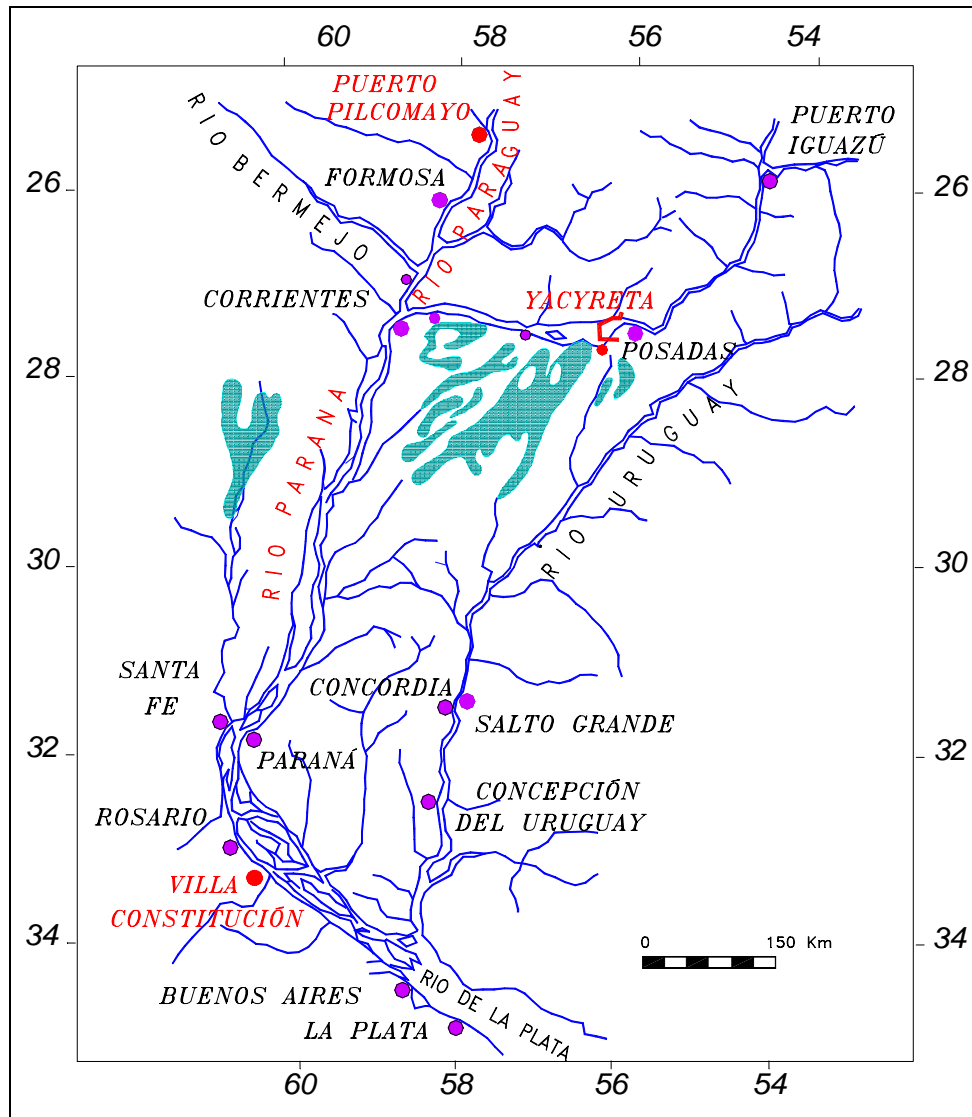


Figura 1.1 Localización del área de estudio



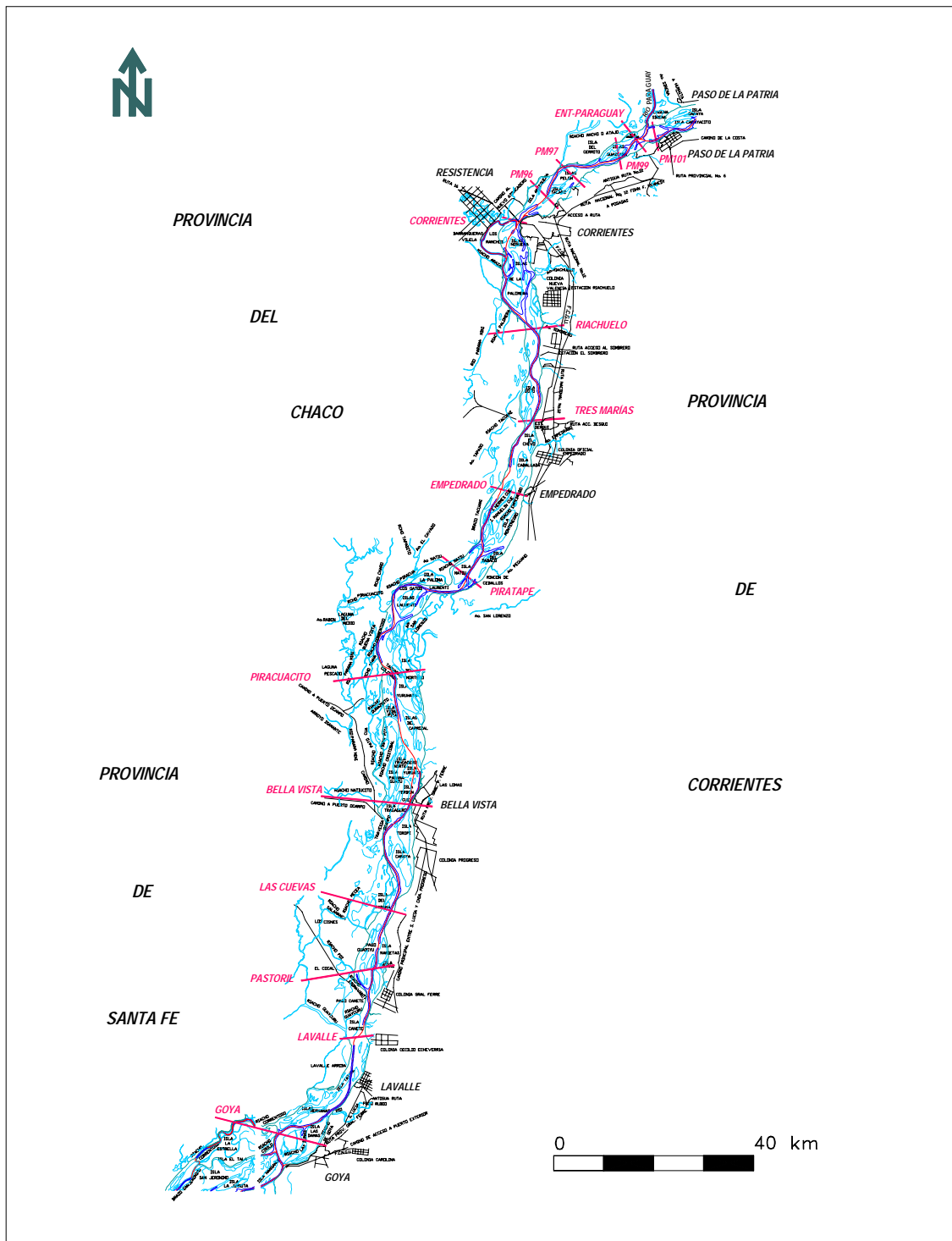


Figura 1.3 Secciones topobatimétricas del Río Paraná entre Paso de la Patria y Goya

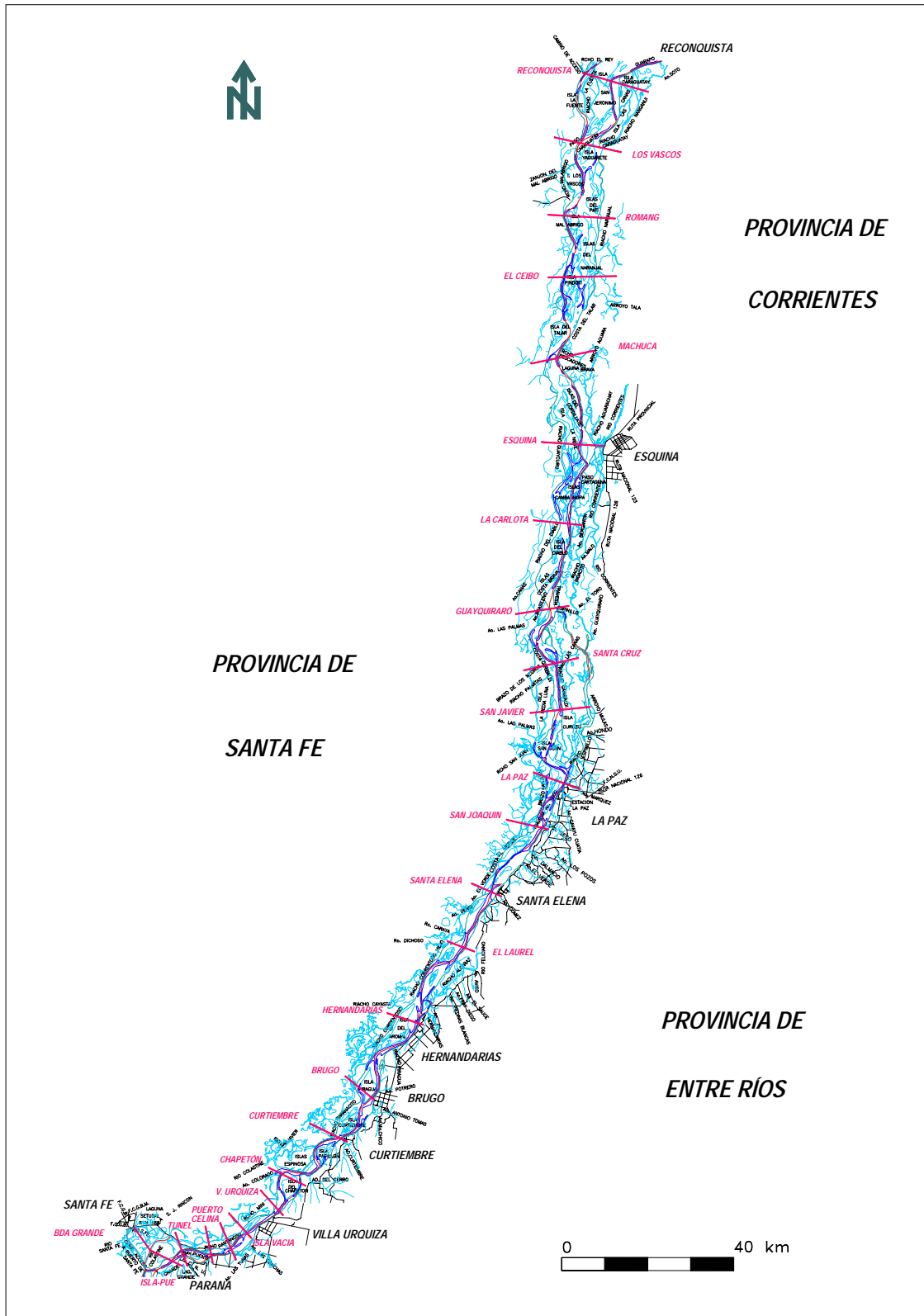


Figura 1.4 Secciones topobatemétricas del Río Paraná entre Reconquista y Paraná

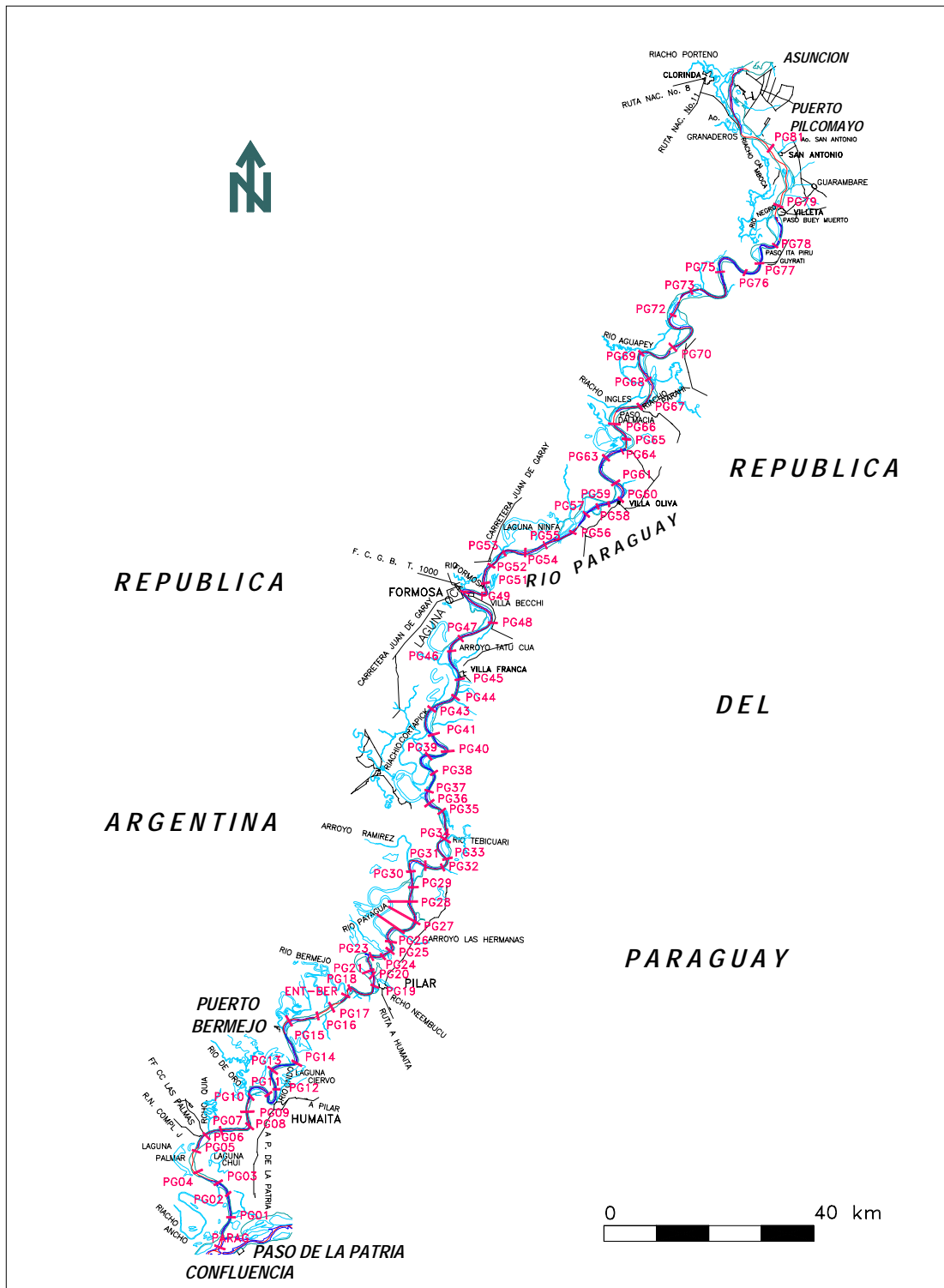


Figura 1.5 Secciones topobatimétricas del Río Paraguay entre Asunción y Paso de la Patria

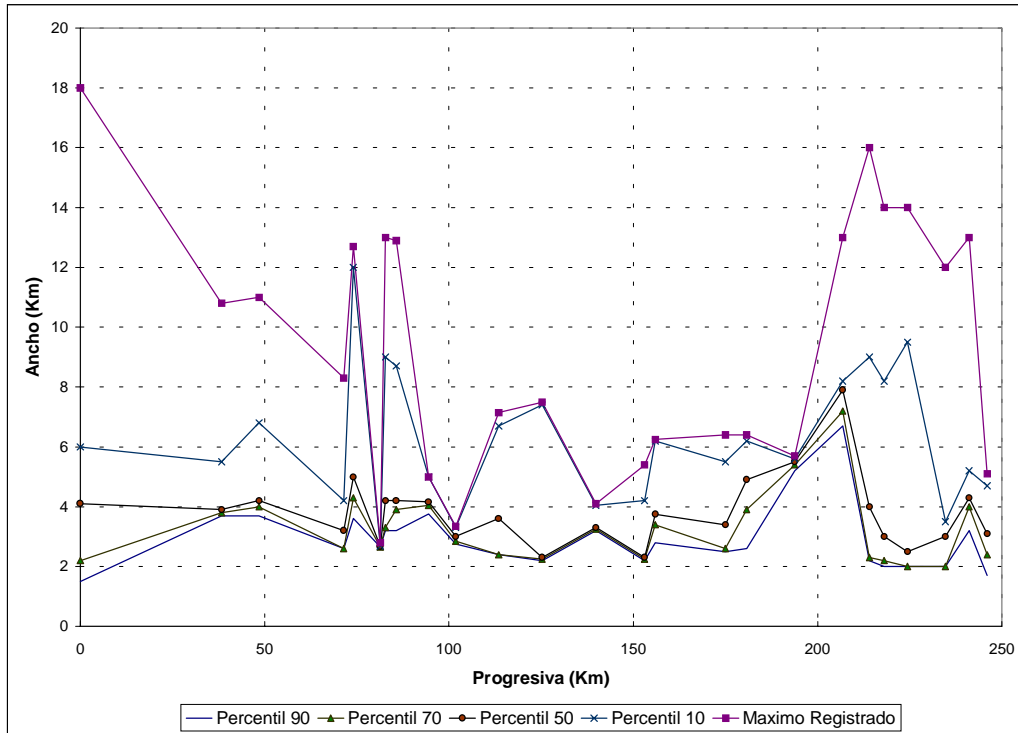


Figura 1.6 Anchos superficiales en el tramo Ituzaingó-Corrientes

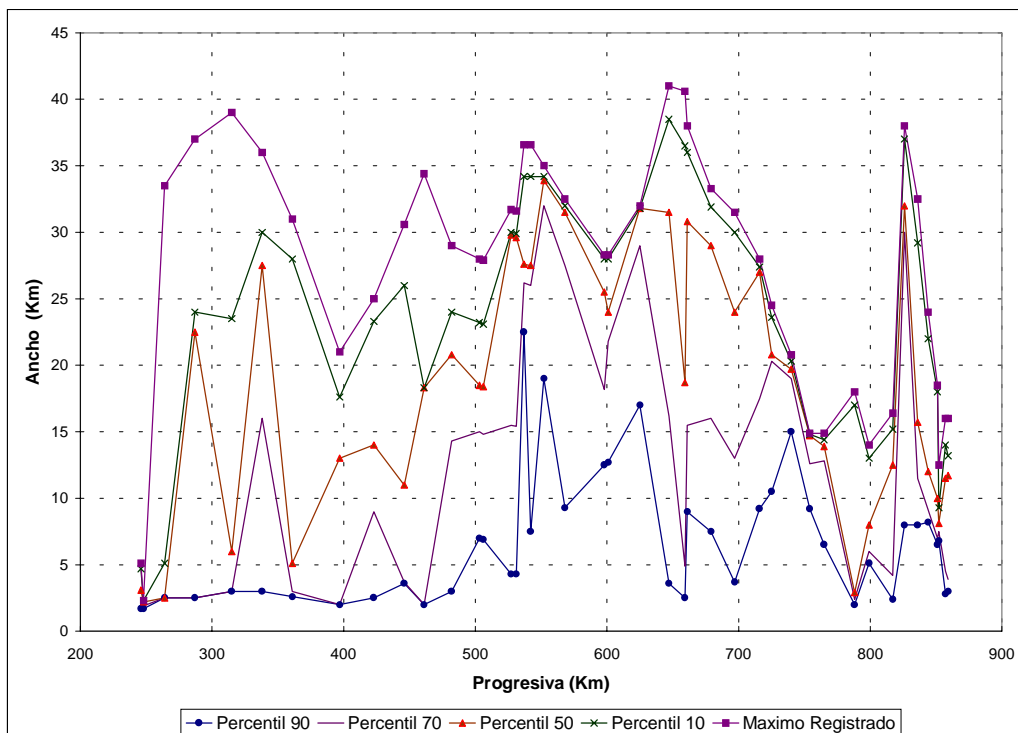


Figura 1.7 Anchos superficiales en el tramo Corrientes-Paraná

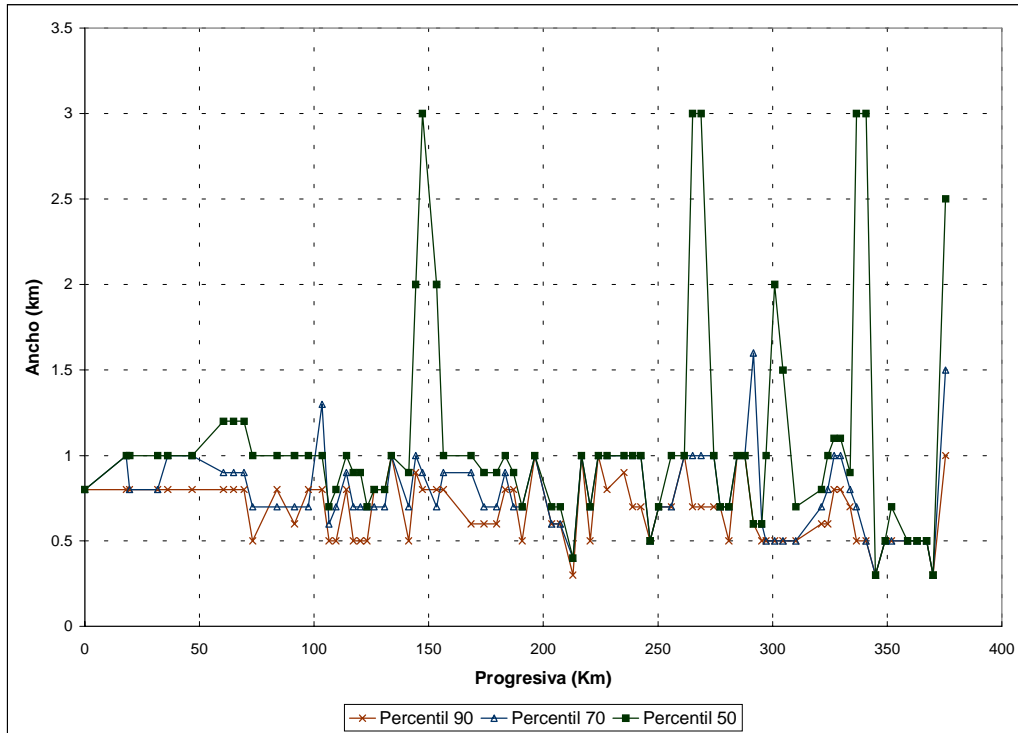


Figura 1.8 Anchos superficiales en el tramo Puerto Pilcomayo-Confluencia

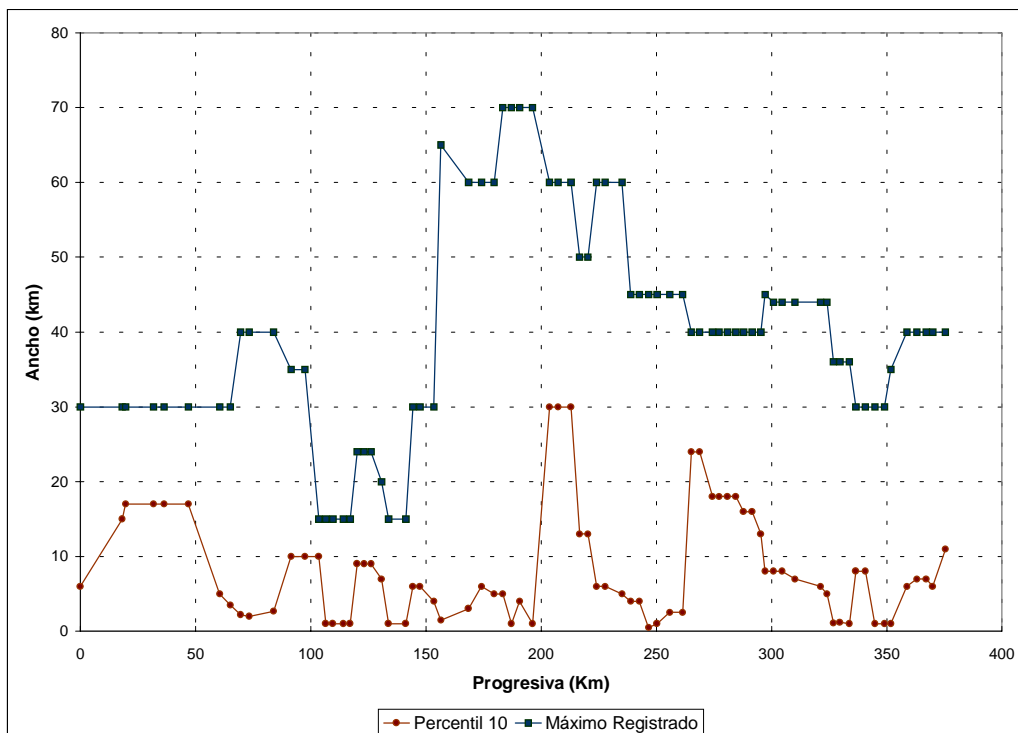


Figura 1.9 Anchos superficiales en el tramo Puerto Pilcomayo-Confluencia

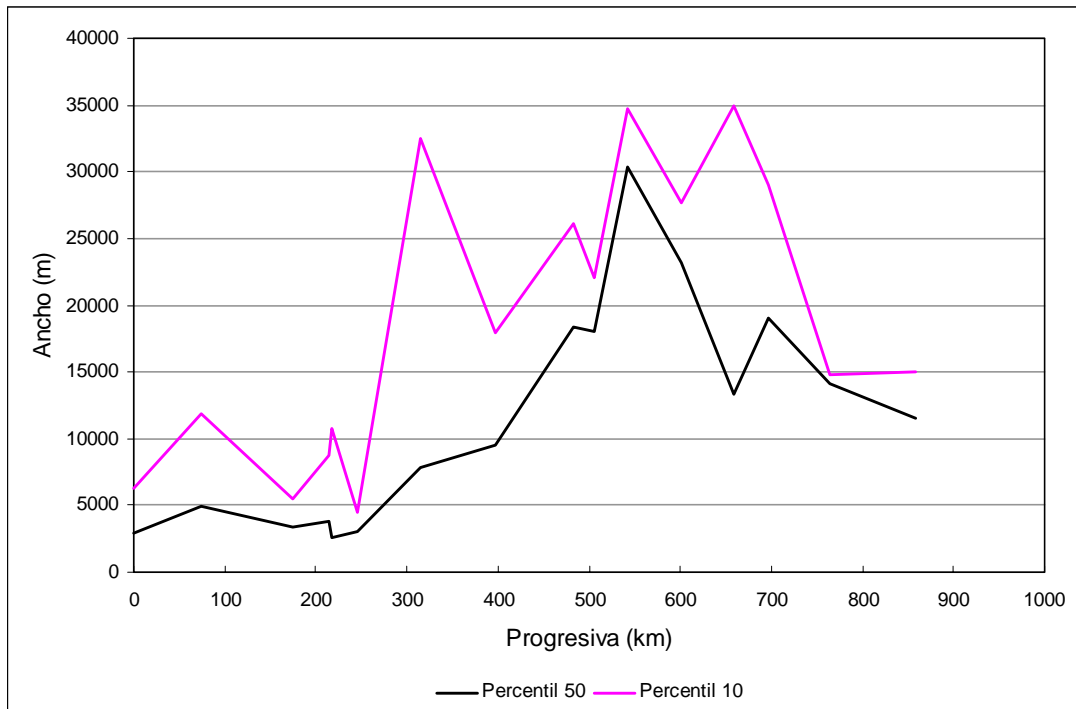


Figura 1.10 a) Río Paraná: Anchos Superficiales

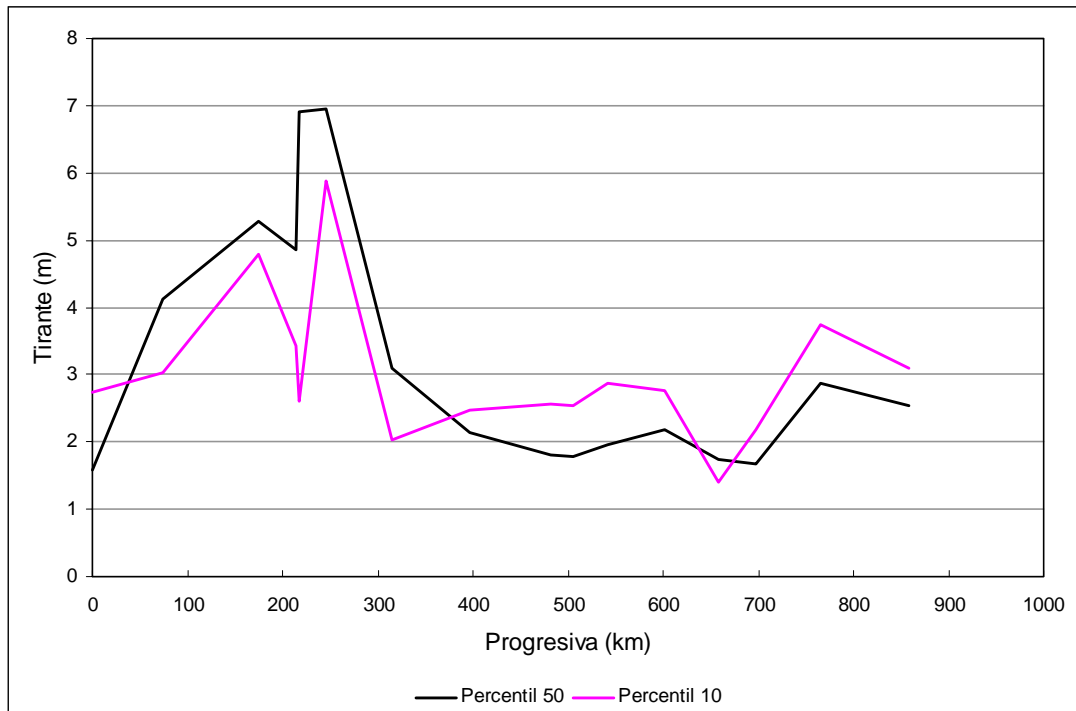


Figura 1.10 b) Río Paraná: Tirantes Medios

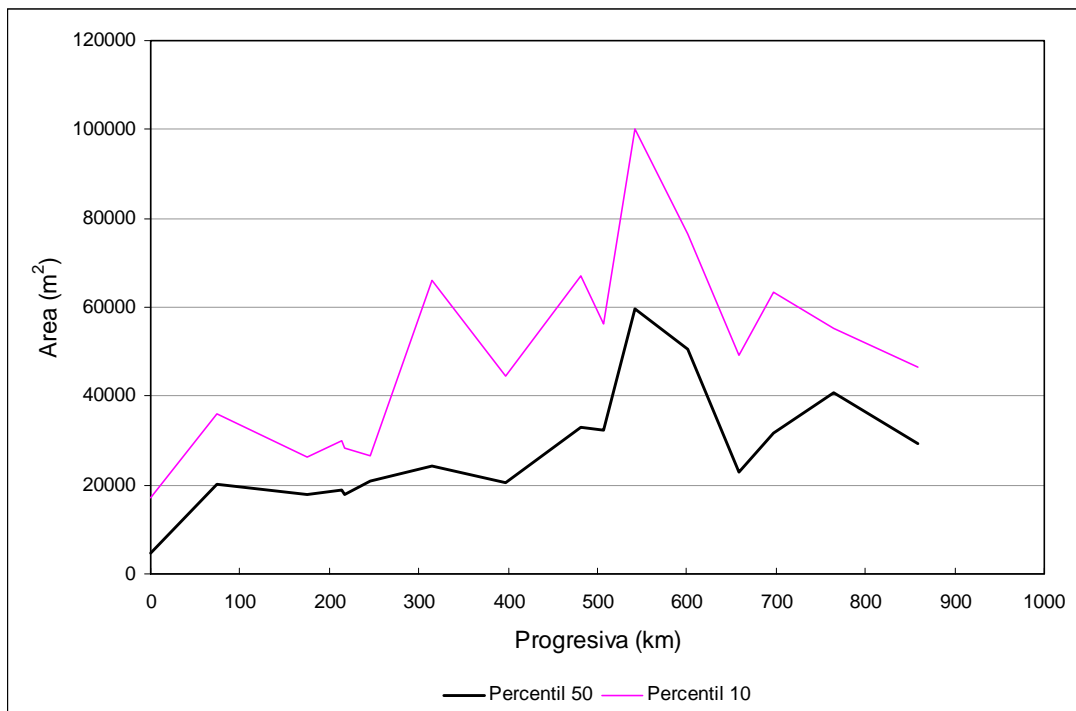


Figura 1.10c) Río Paraná: Áreas Transversales

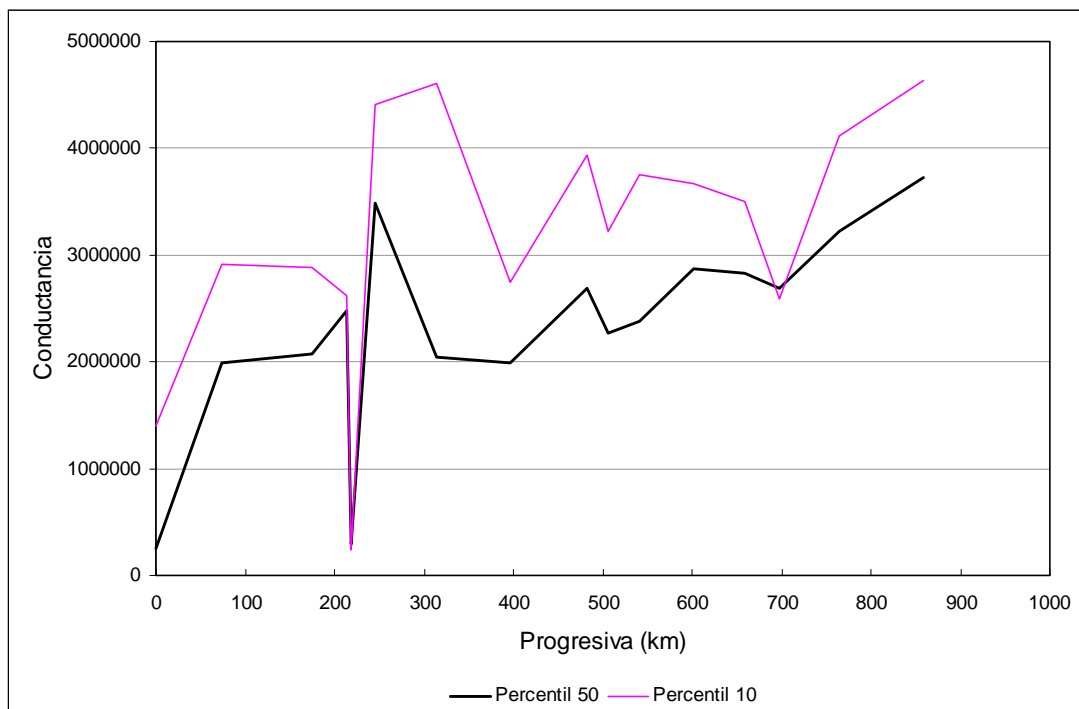


Figura 1.10d) Río Paraná: Conductividad de las Secciones

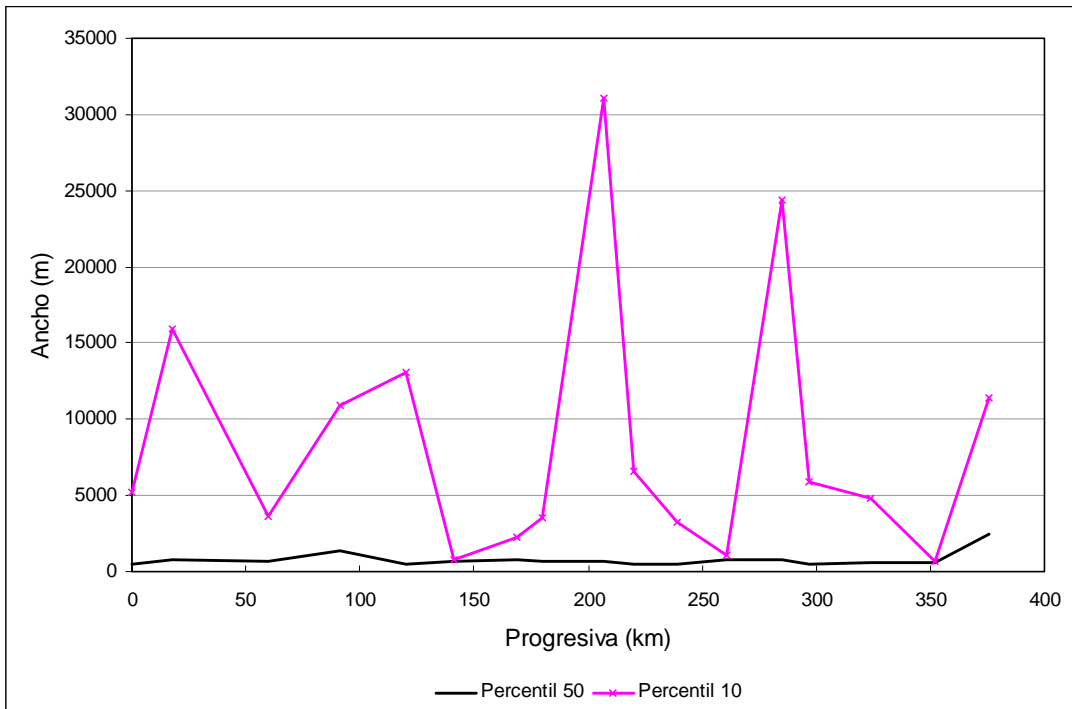


Figura 1.11a) Río Paraguay: Anchos Superficiales

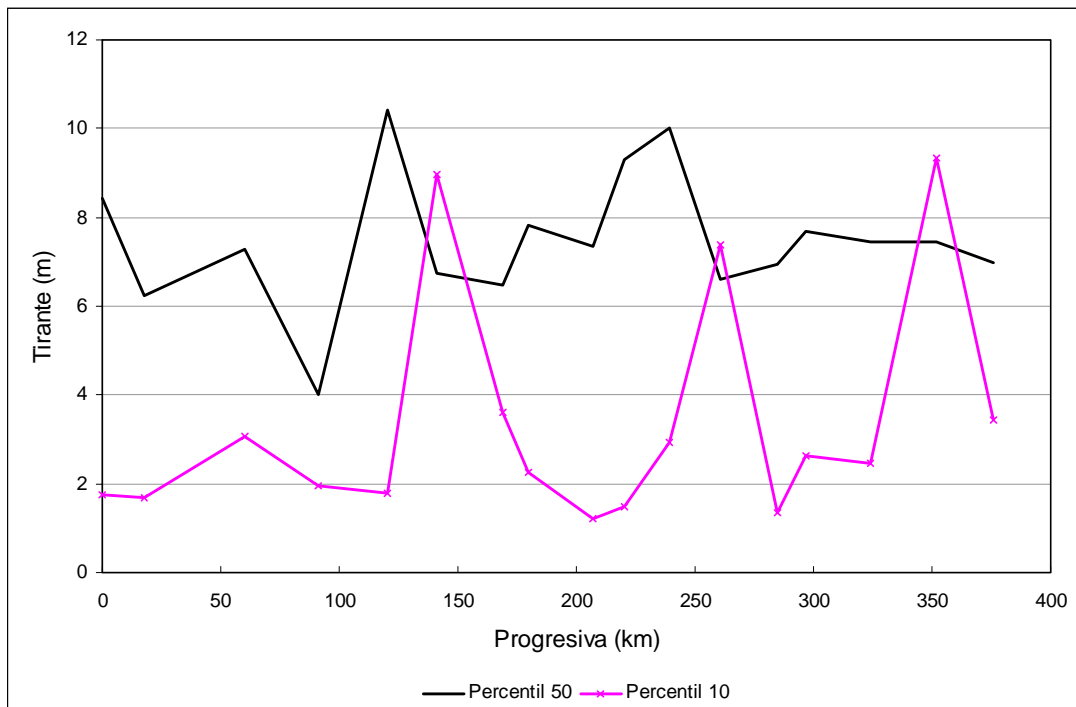


Figura 1.11b) Río Paraguay: Tirantes Medios

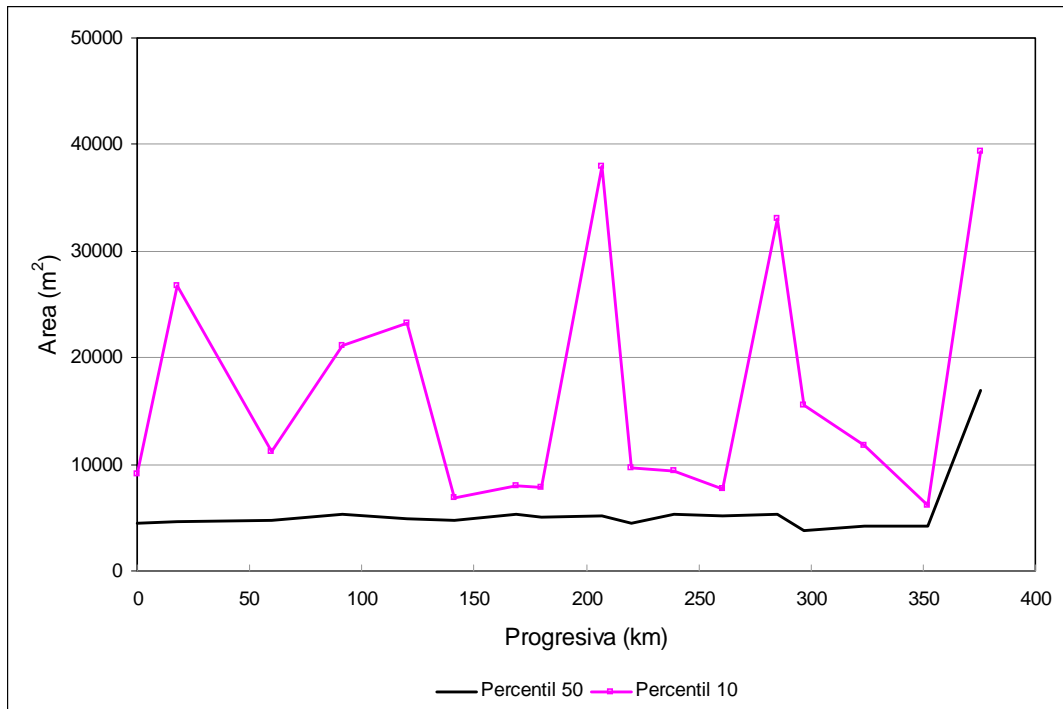


Figura 1.11c) Río Paraguay: Áreas Transversales

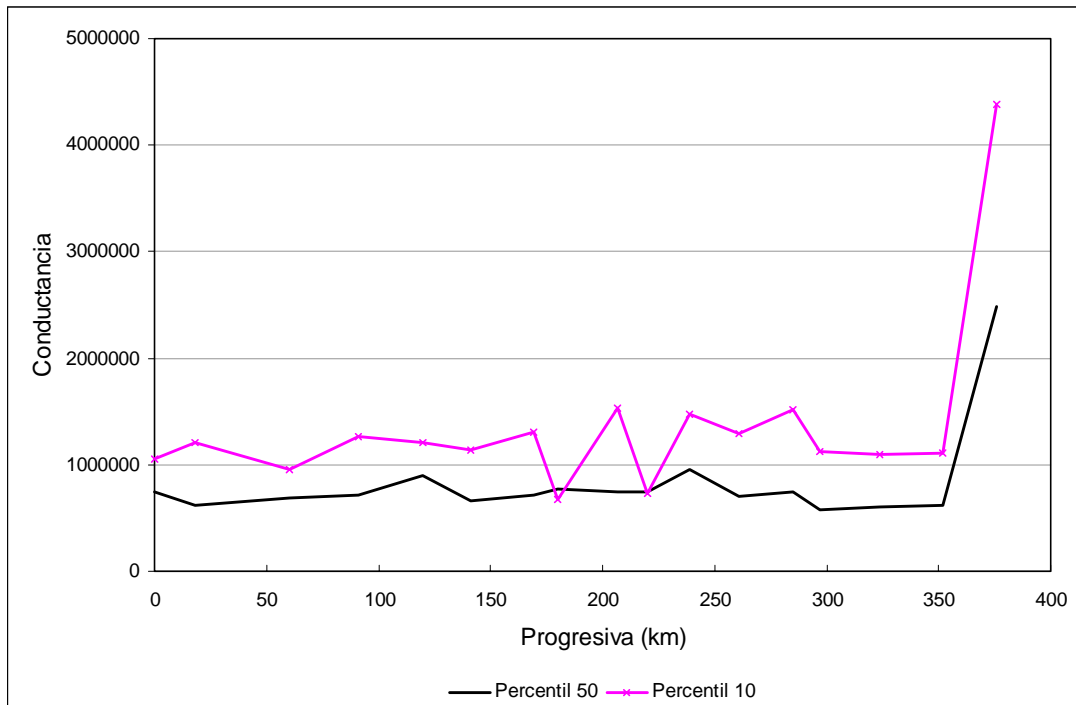


Figura 1.11d) Río Paraguay: Conductividad de las Secciones

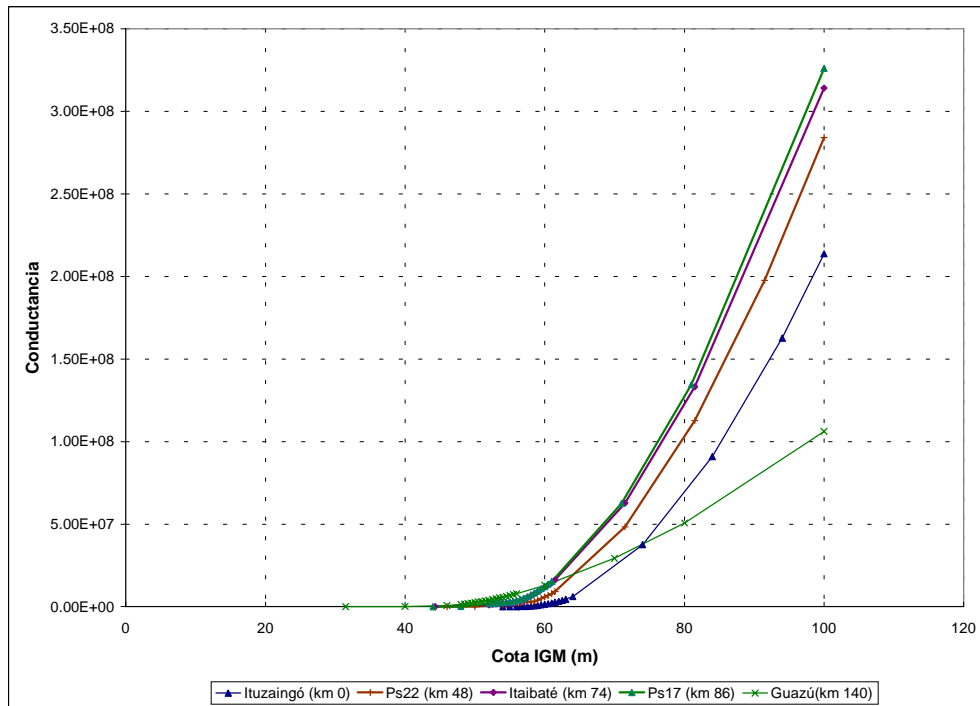


Figura 1.12 Conductancia de las secciones entre Ituzaingó y Guazú

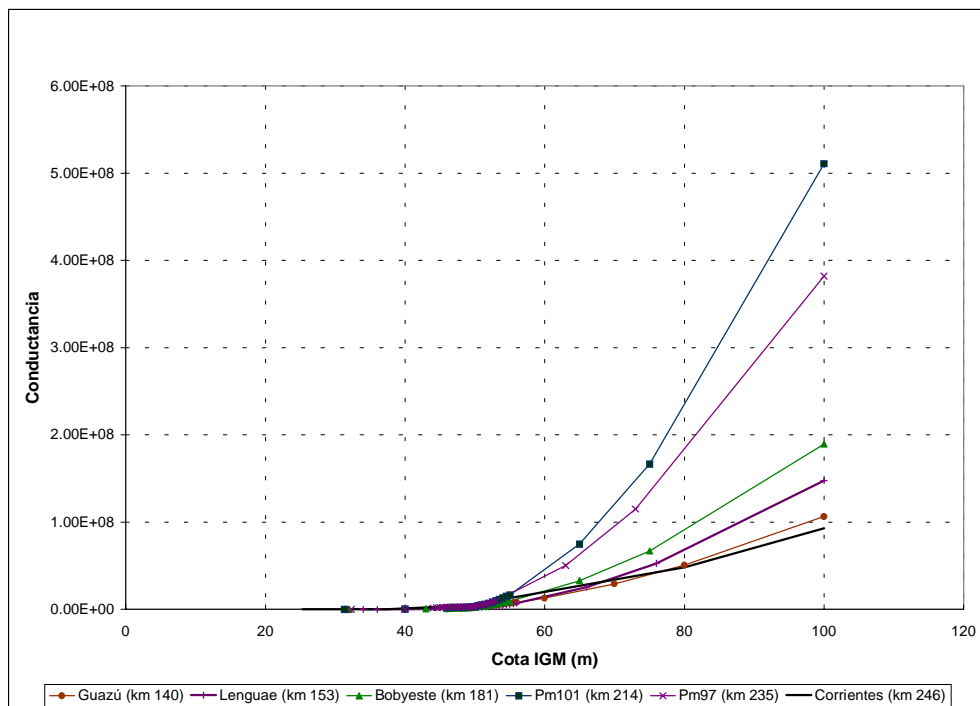


Figura 1.13 Conductancia de las secciones entre Guazú y Corrientes

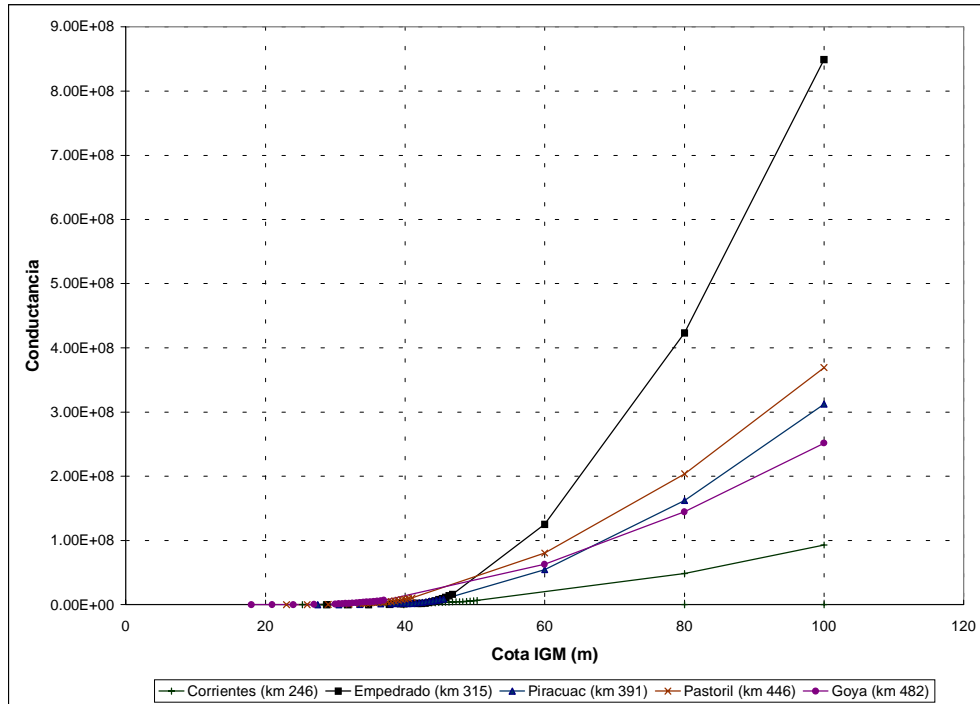


Figura 1.14 Conductancia de las secciones entre Corrientes y Goya

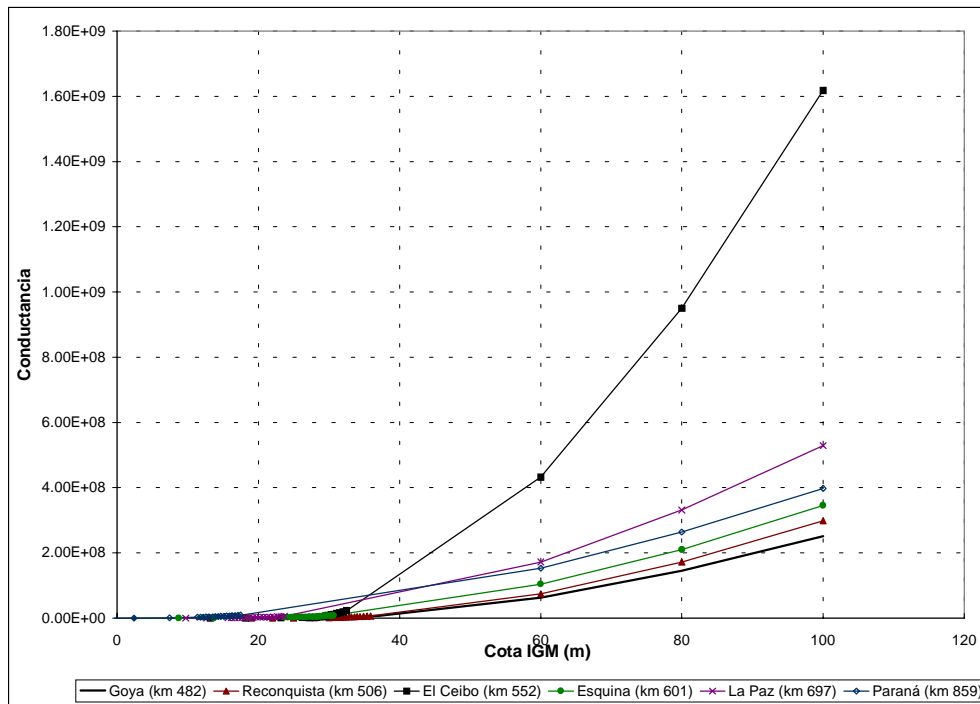


Figura 1.15 Conductancia de las secciones entre Goya y Paraná

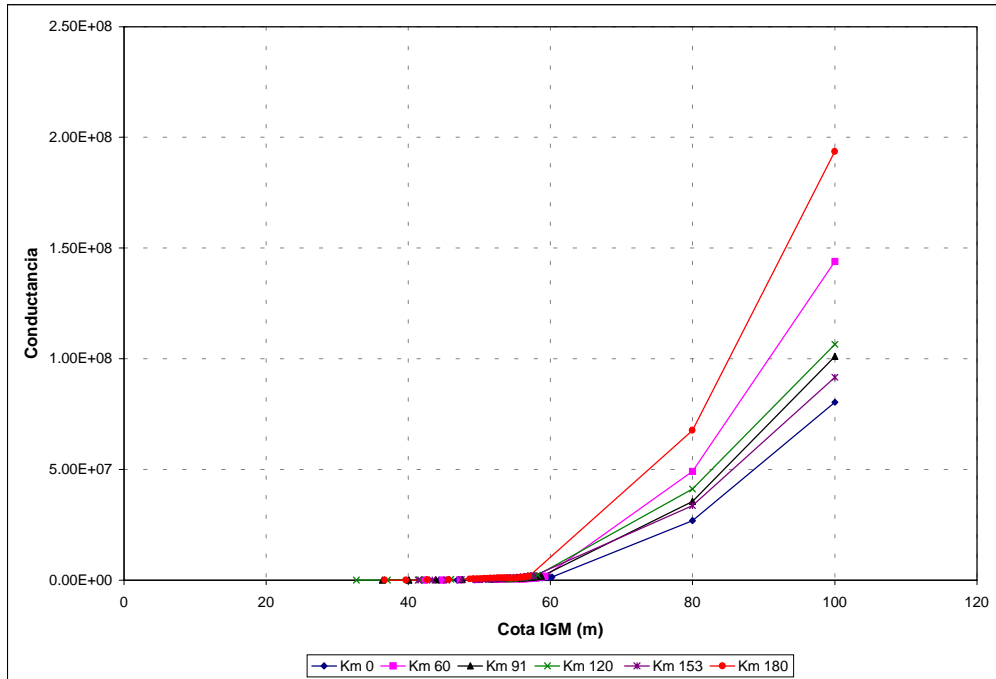


Figura 1.16 Conductancia de las secciones entre progresivas 0 y 180 km

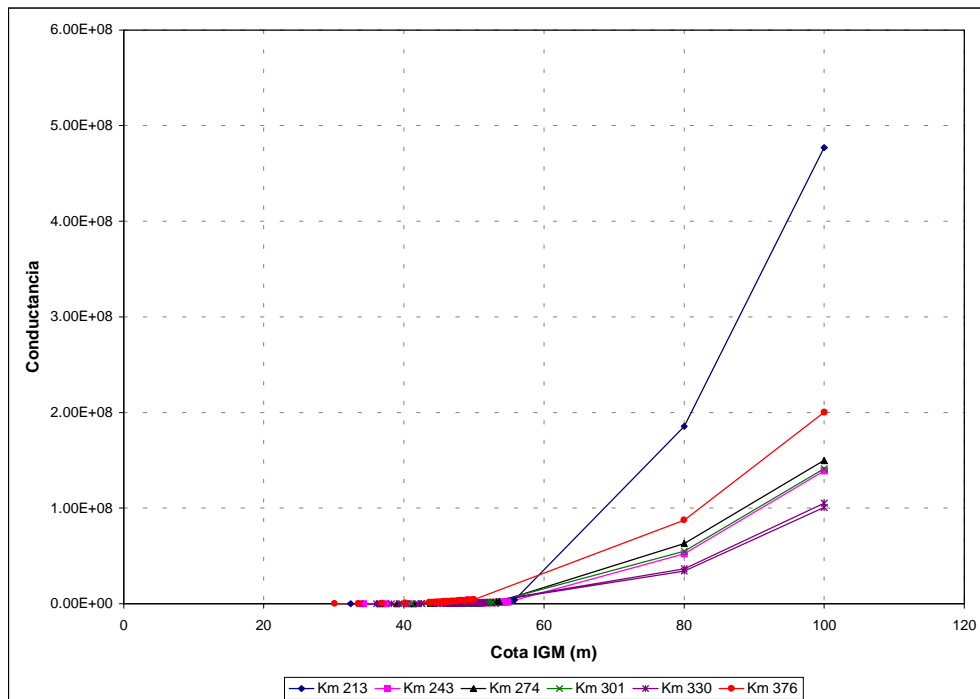


Figura 1.17 Conductancia de las secciones entre progresivas 213 y 376 km

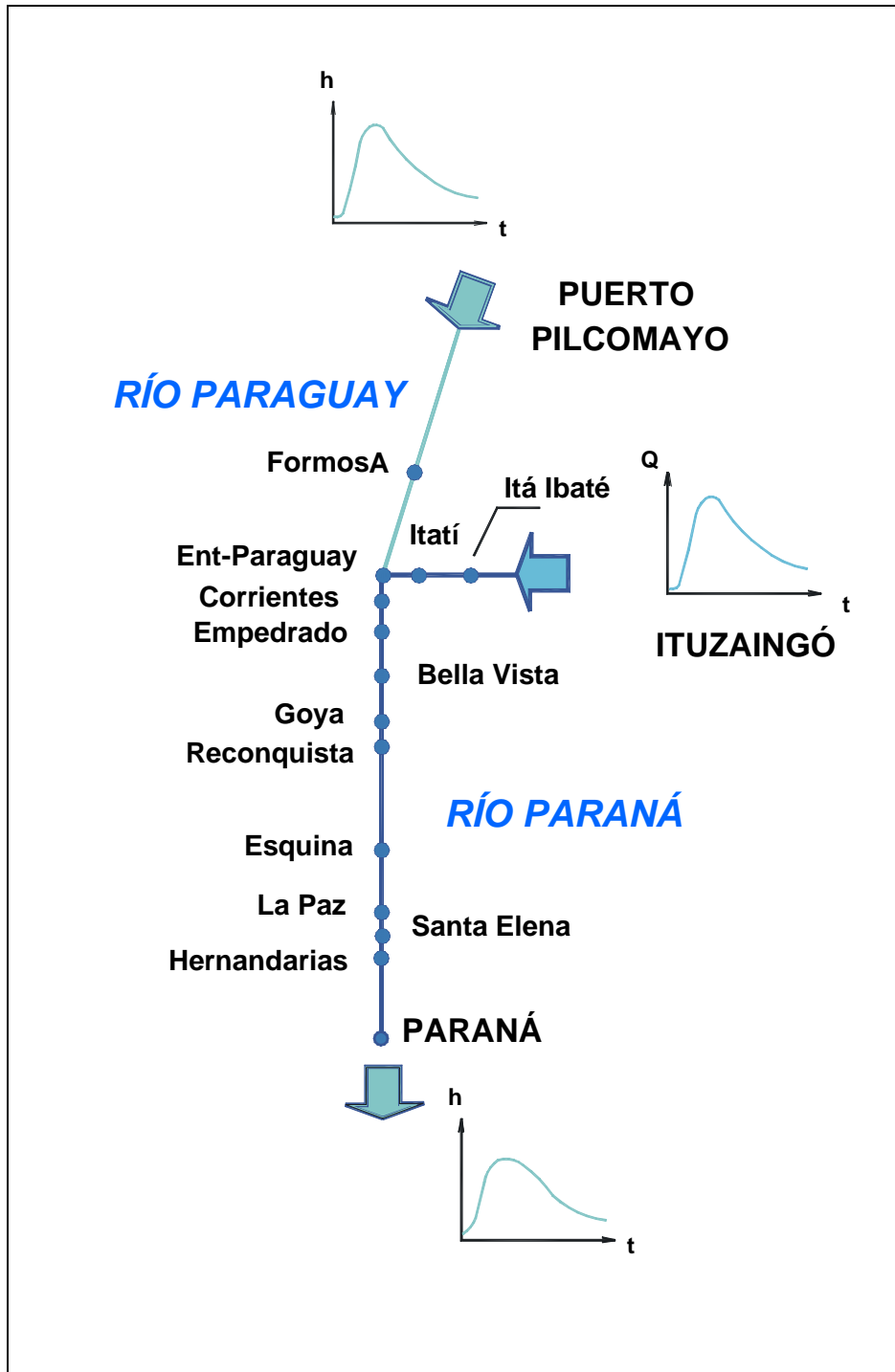


Figura 3.1 Red de cálculo

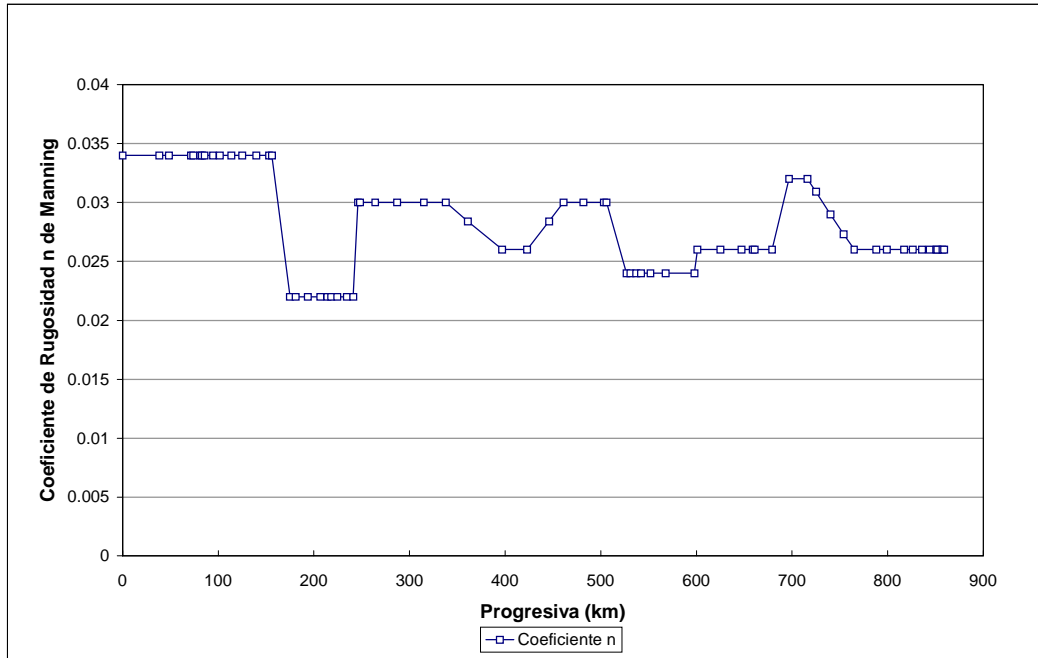


Figura 3.2 Distribución de rugosidades en el Río Paraná

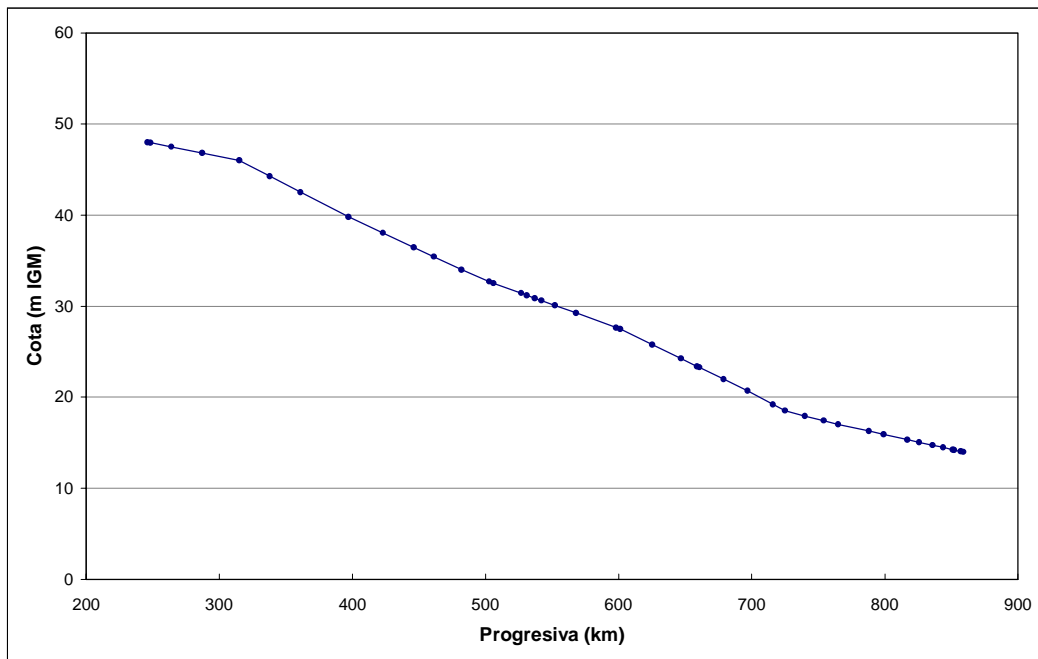


Figura 3.3 Nivel de albardón del Río Paraná entre Corrientes y Paraná

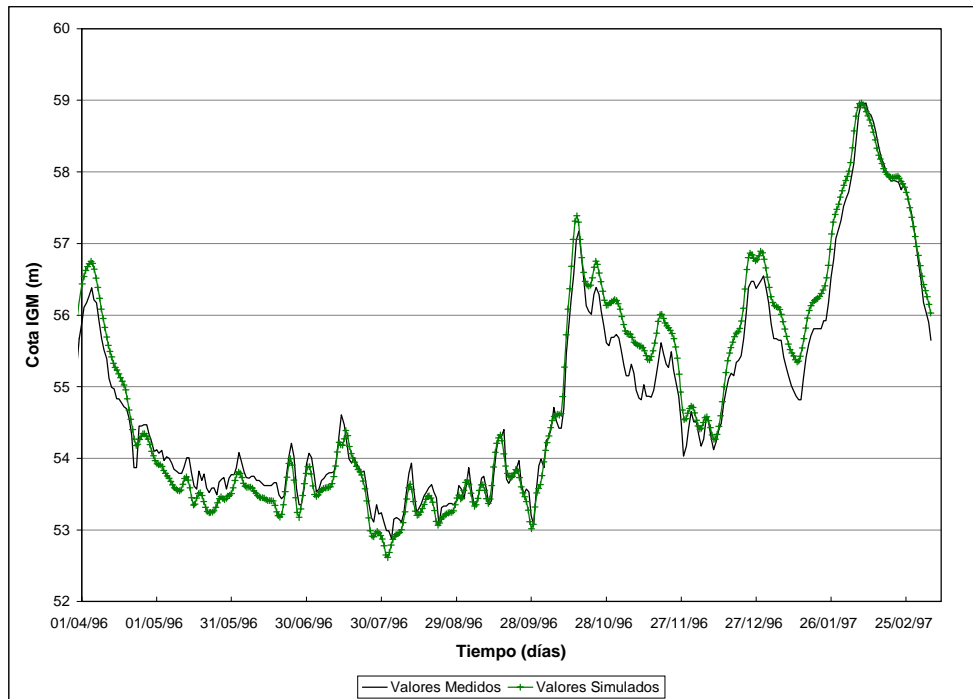


Figura 3.4a Contraste de niveles para la sección Ita Ibaté (km 74). Escenario III/96 - III/97

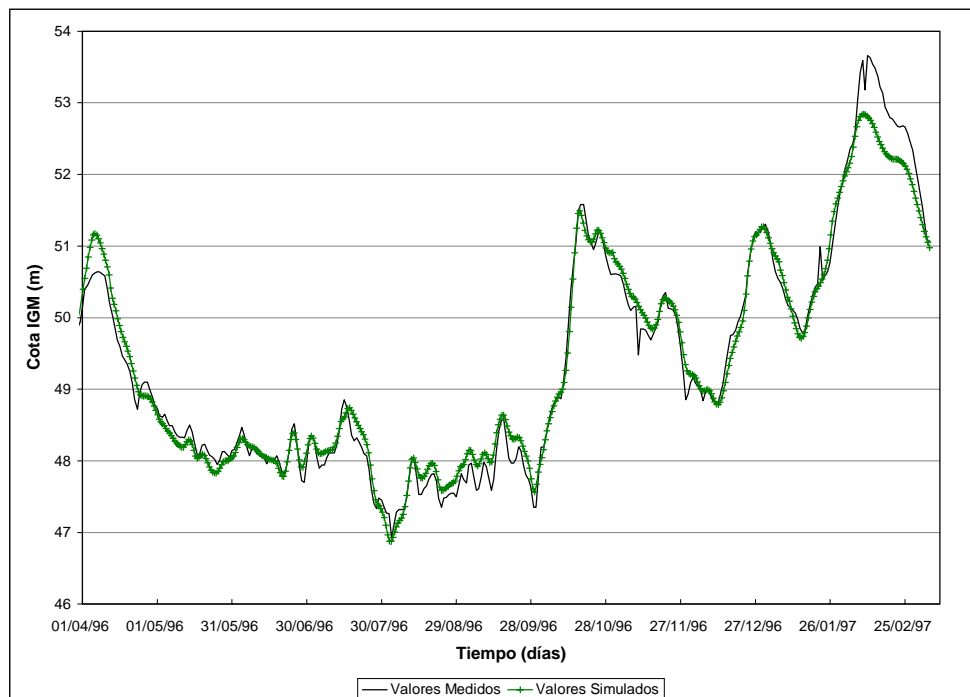


Figura 3.4b Contraste de niveles para la sección Itatí (km 174). Escenario III/96 - III/97

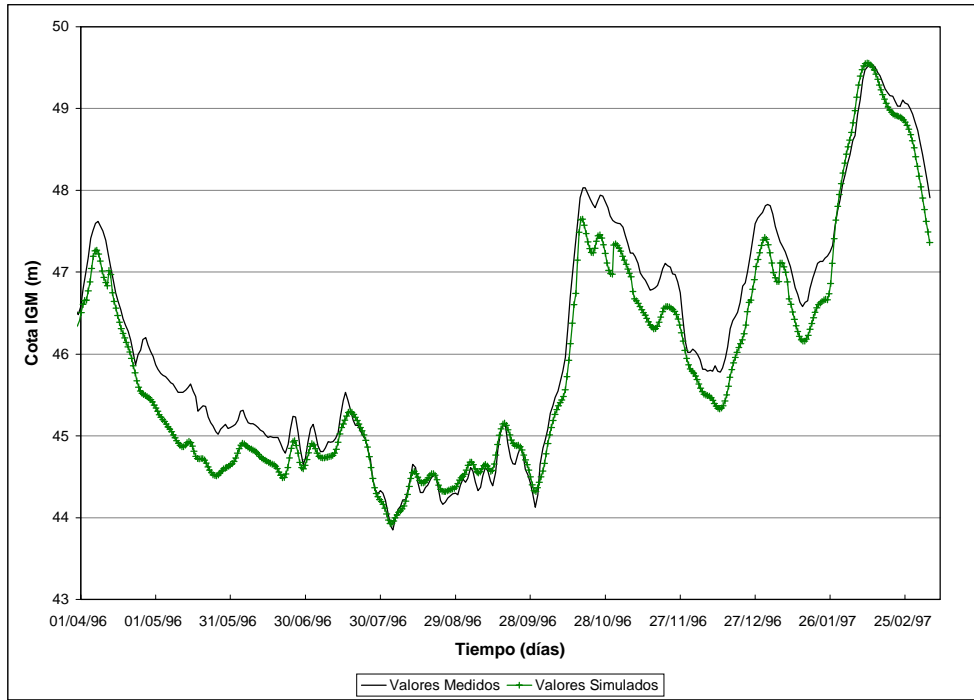


Figura 3.4c Contraste de niveles para la sección Corrientes (km 246). Escenario III/96 - III/97

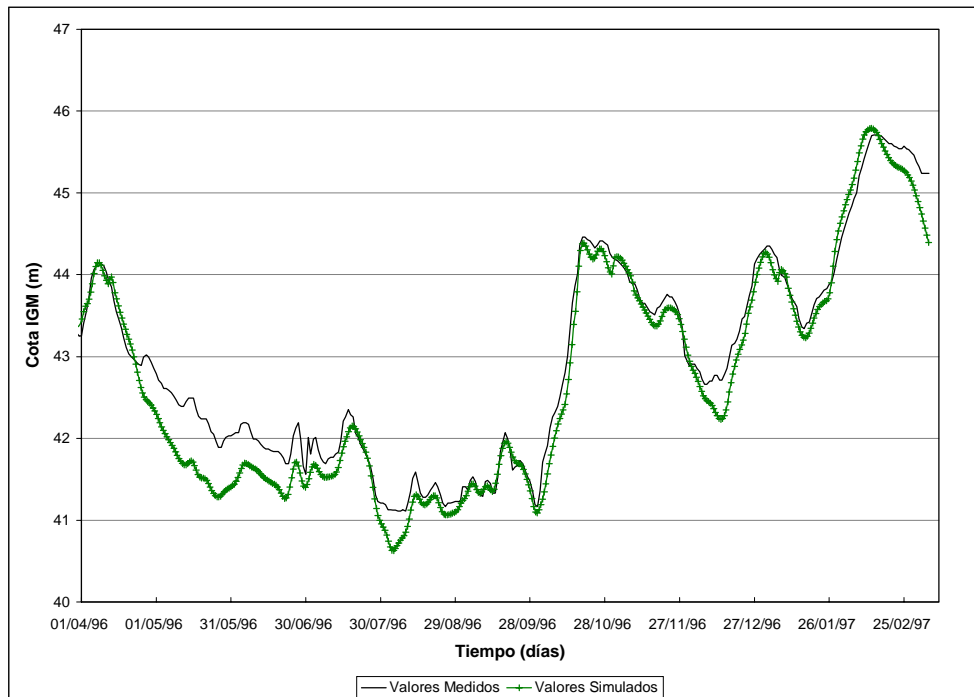


Figura 3.4d Contraste de niveles para la sección Empedrado (km 315). Escenario III/96 - III/97

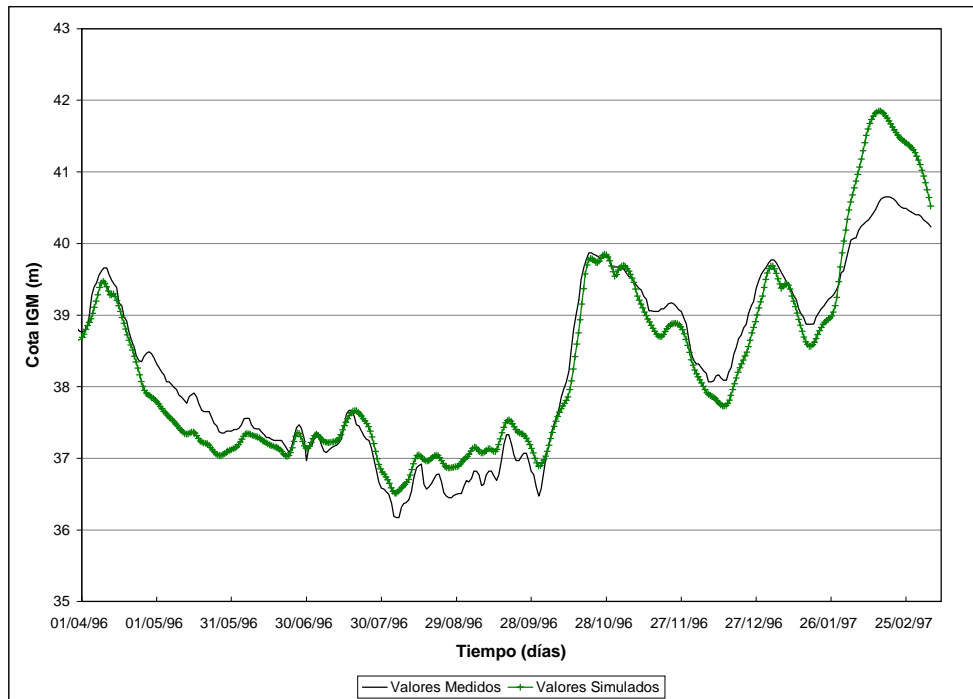


Figura 3.4e Contraste de niveles para la sección Bella Vista (km 397). Escenario III/96 - III/97

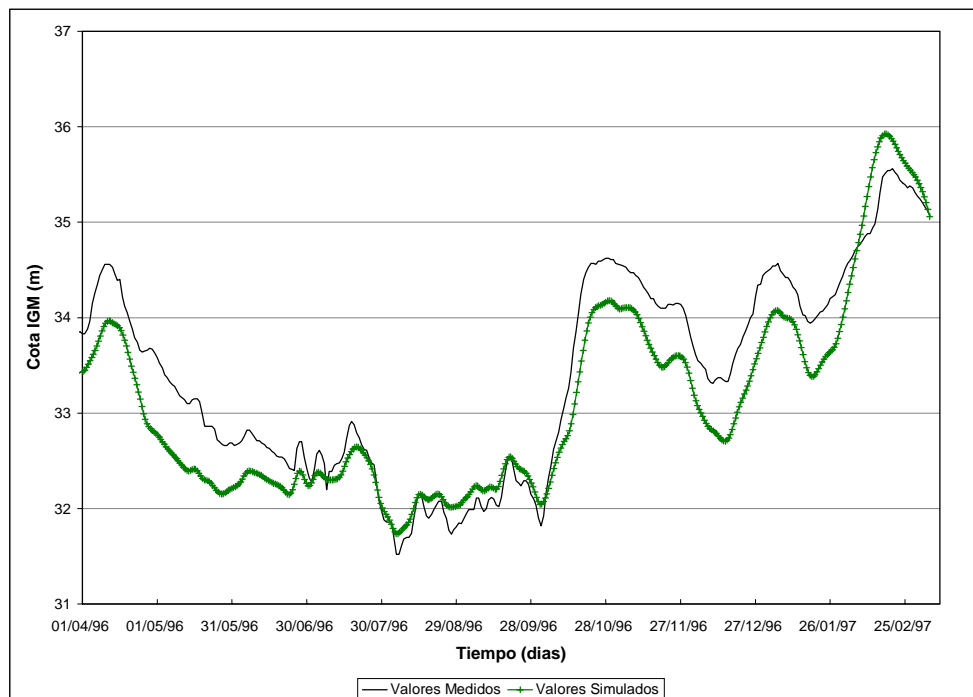


Figura 3.4f Contraste de niveles para la sección Goya (km 482). Escenario III/96 - III/97

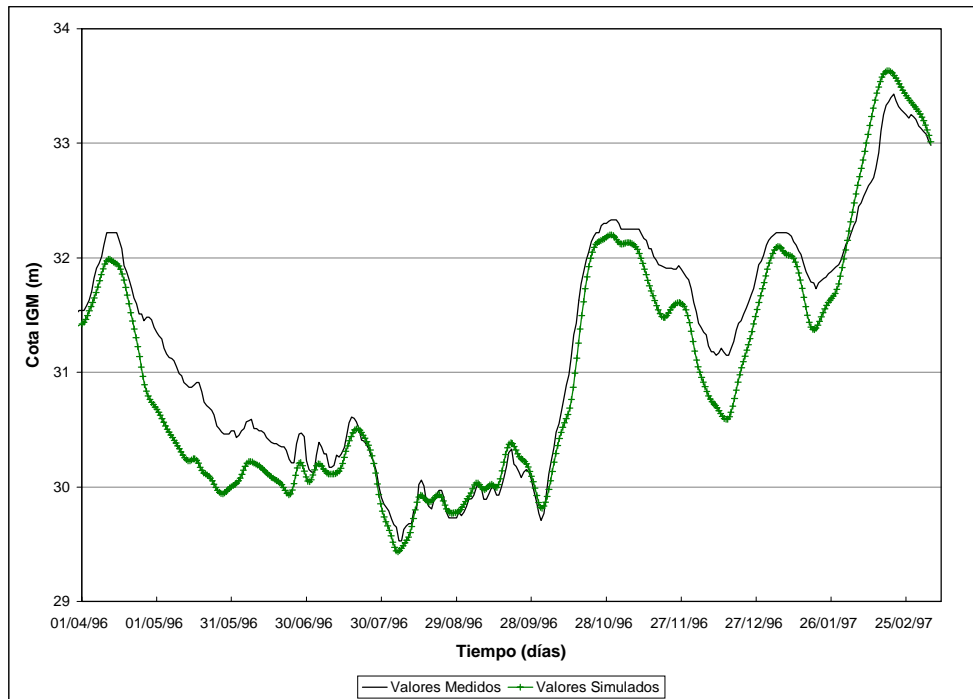


Figura 3.4g Contraste de niveles para la sección Reconquista (km 506). Escenario III/96 - III/97

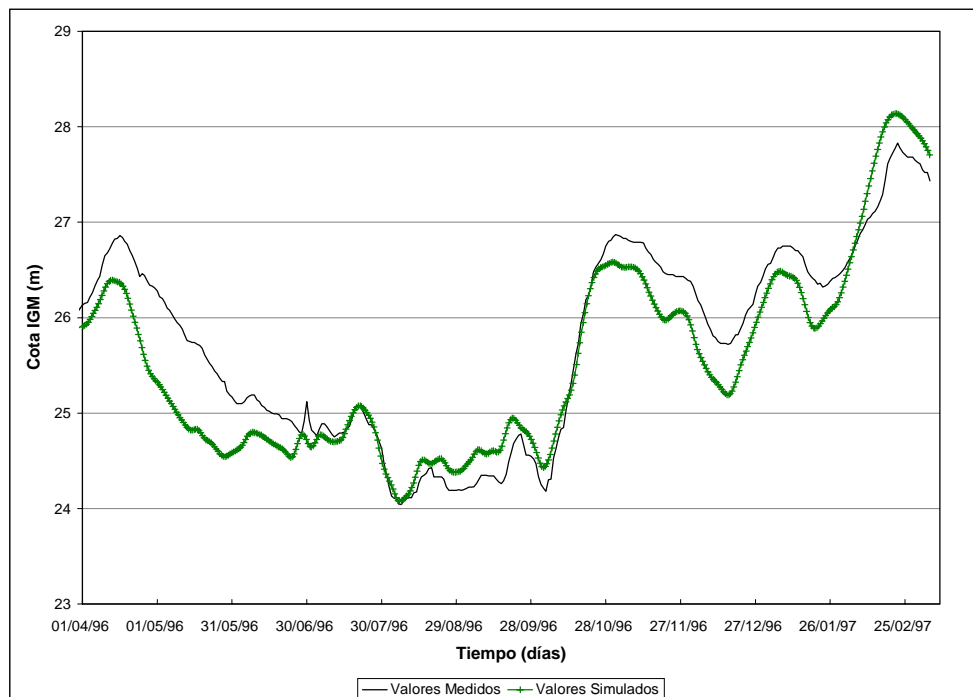


Figura 3.4h Contraste de niveles para la sección Esquina (km 601). Escenario III/96 - III/97

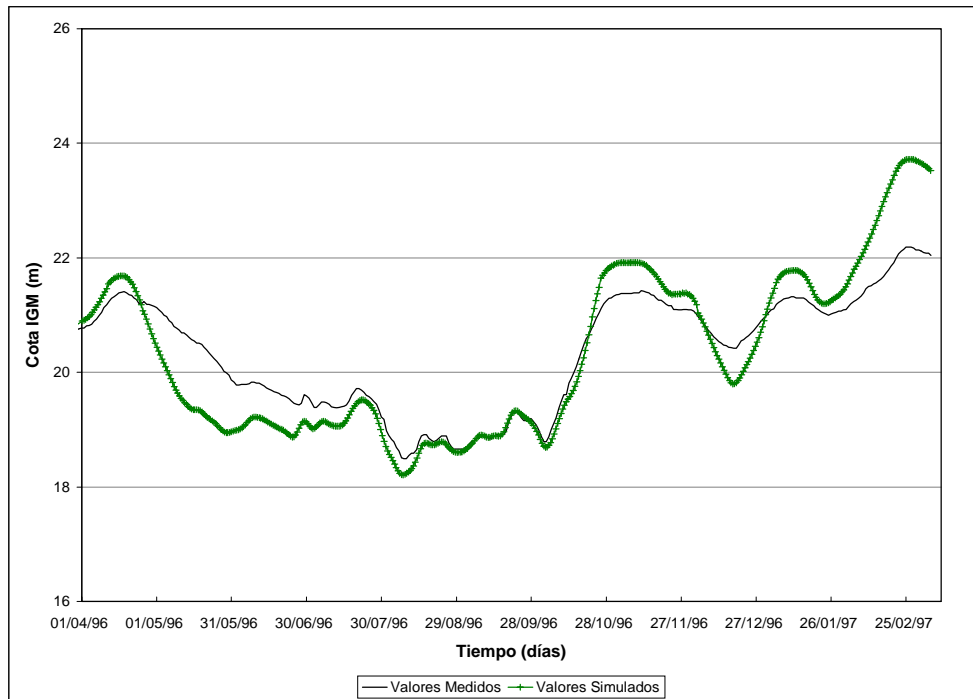


Figura 3.4i *Contraste de niveles para la sección La Paz (km 697). Escenario III/96 - III/97*

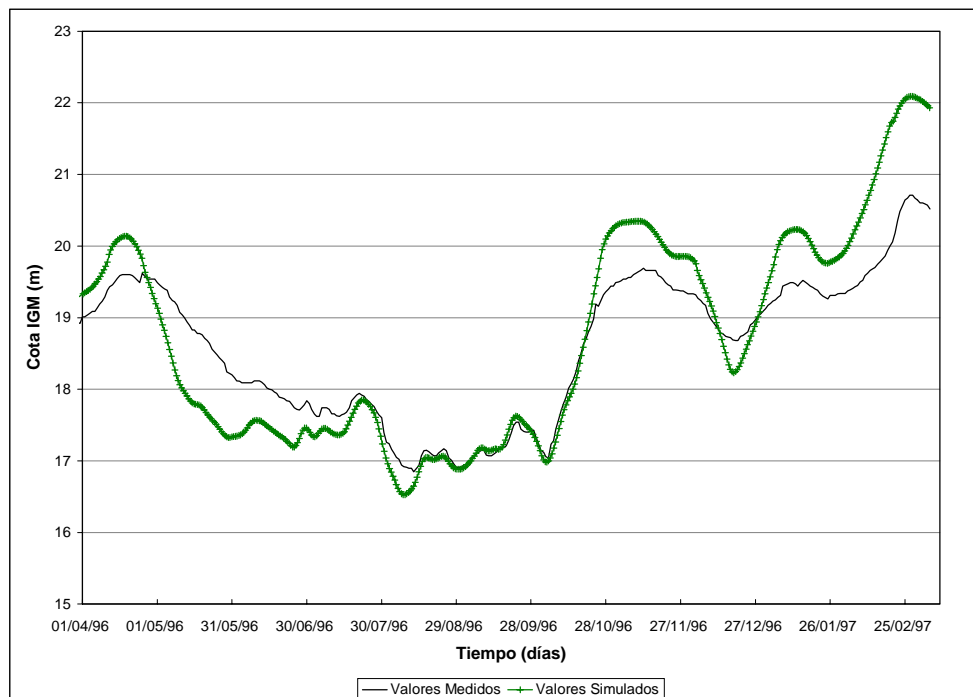


Figura 3.4j *Contraste de niveles para la sección Santa Elena (km 725). Escenario III/96 - II/97*

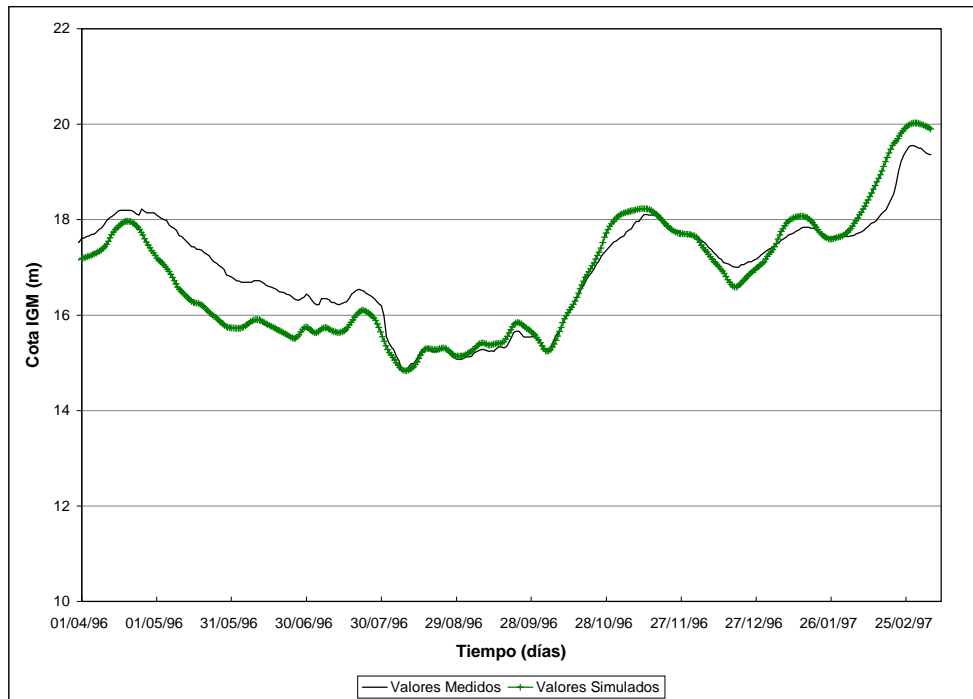


Figura 3.4k *Contraste de niveles para la sección Hernandarias (km 764). Escenario III/96 - III/97*

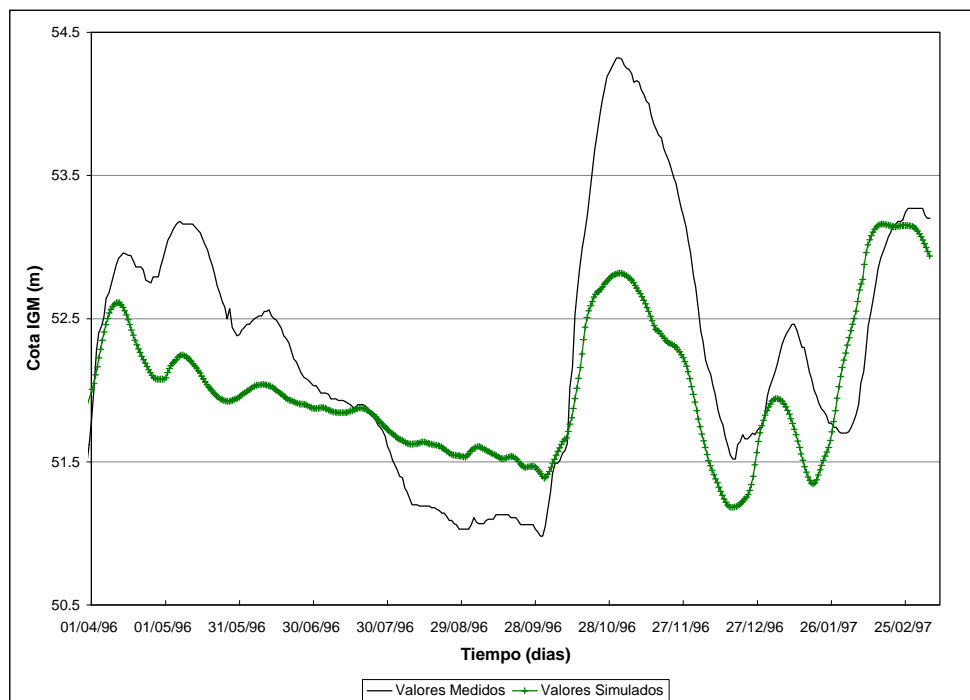


Figura 3.4l *Contraste de niveles para la sección Formosa (km 169). Escenario III/96 - III/97*

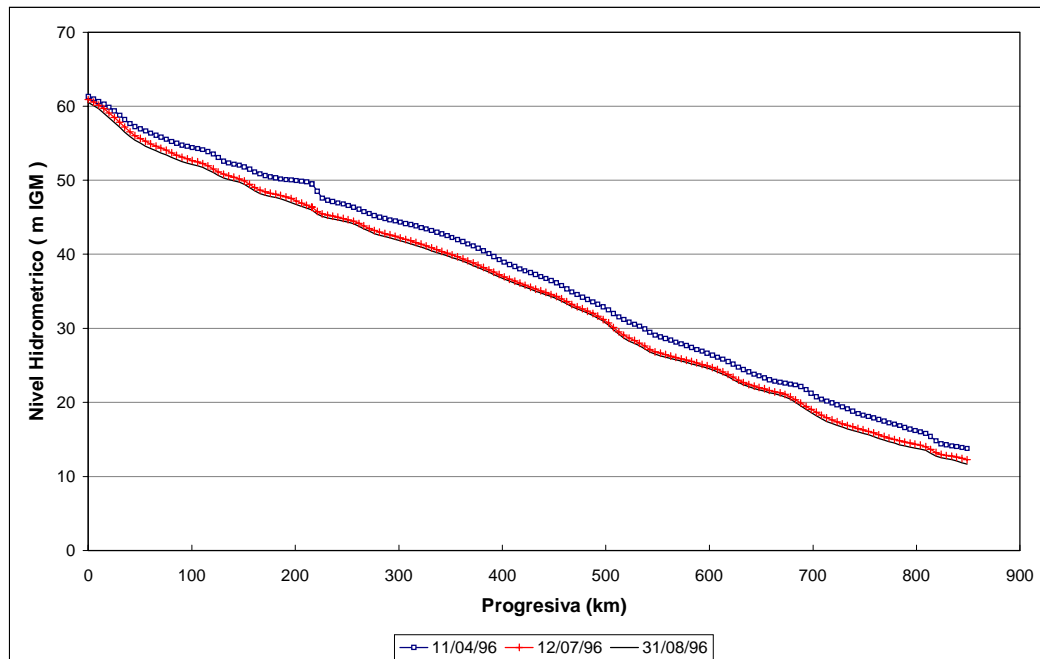


Figura 3.5 Perfil longitudinal del río Paraná. Escenario III/96 - IIIX/97

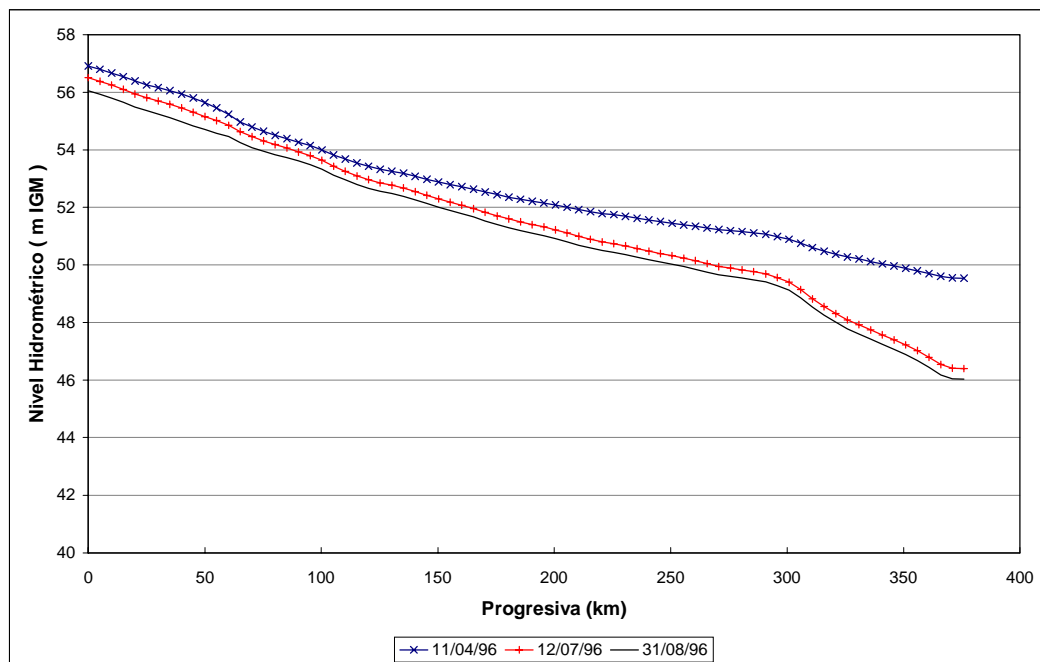


Figura 3.6 Perfil longitudinal del río Paraguay. Escenario III/96 - III/97

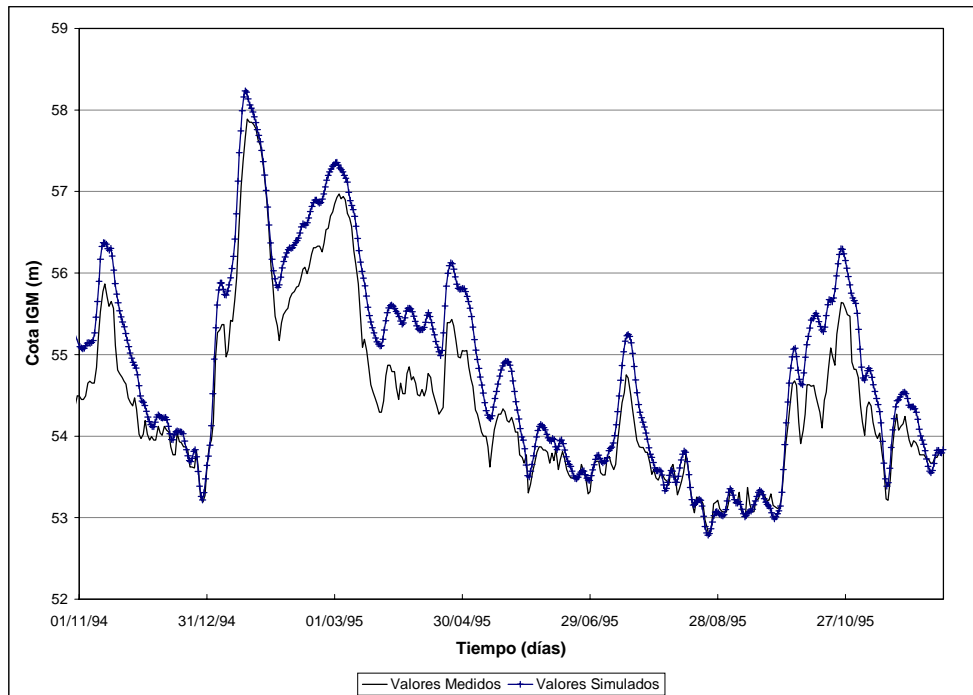


Figura 3.7a Contraste de niveles para la sección Ita Ibaté (km 74). Escenario X/94-XII/95

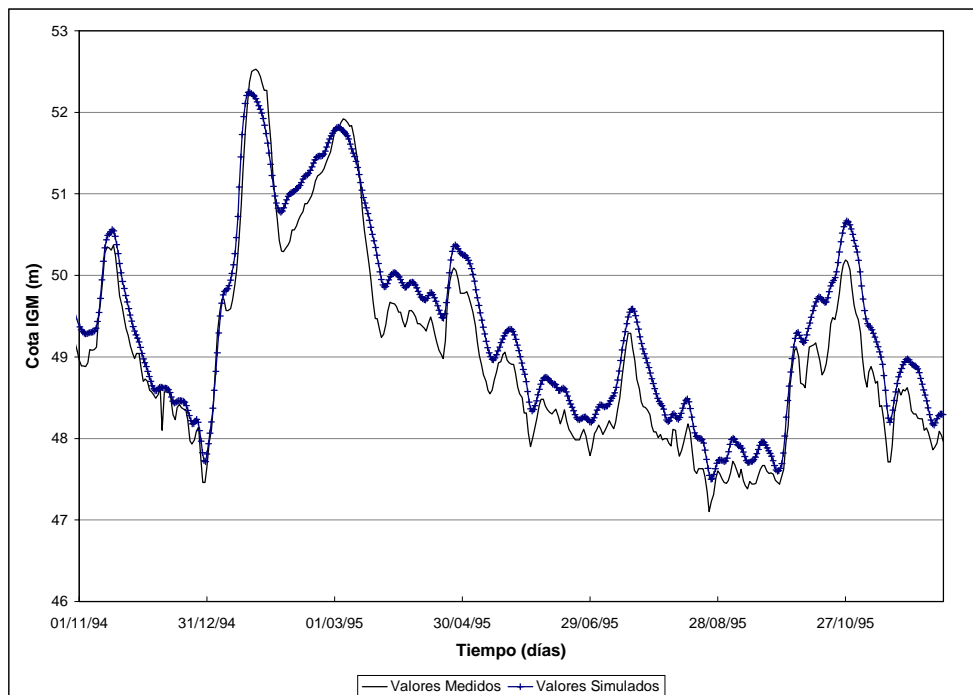


Figura 3.7b Contraste de niveles para la sección Itatí (km 175). Escenario X/94-XII/95

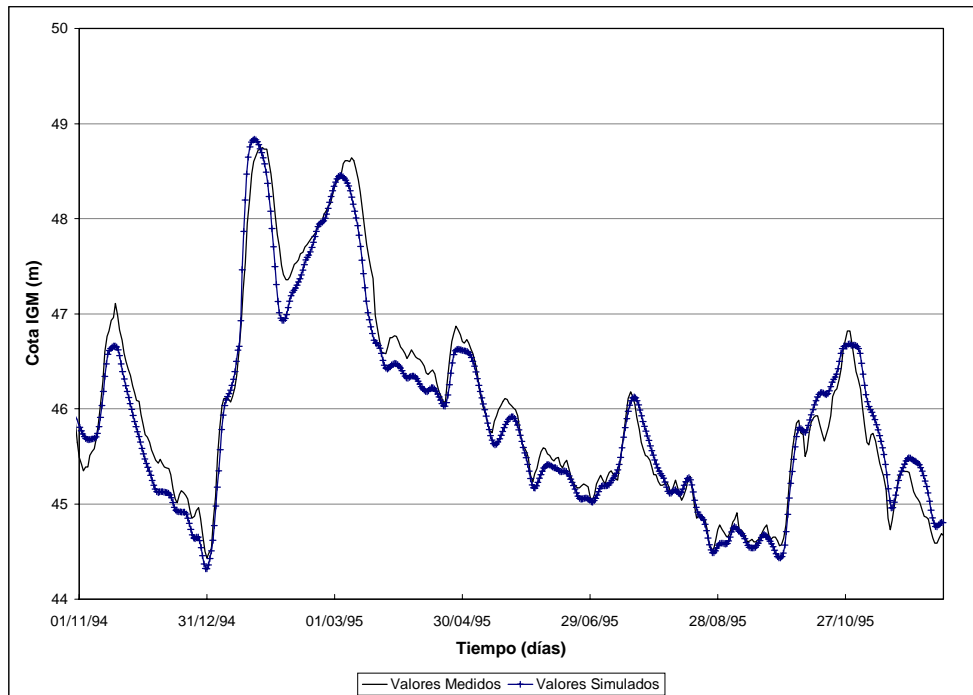


Figura 3.7c Contraste de niveles para la sección Corrientes (km 246). Escenario X/94-XII/95

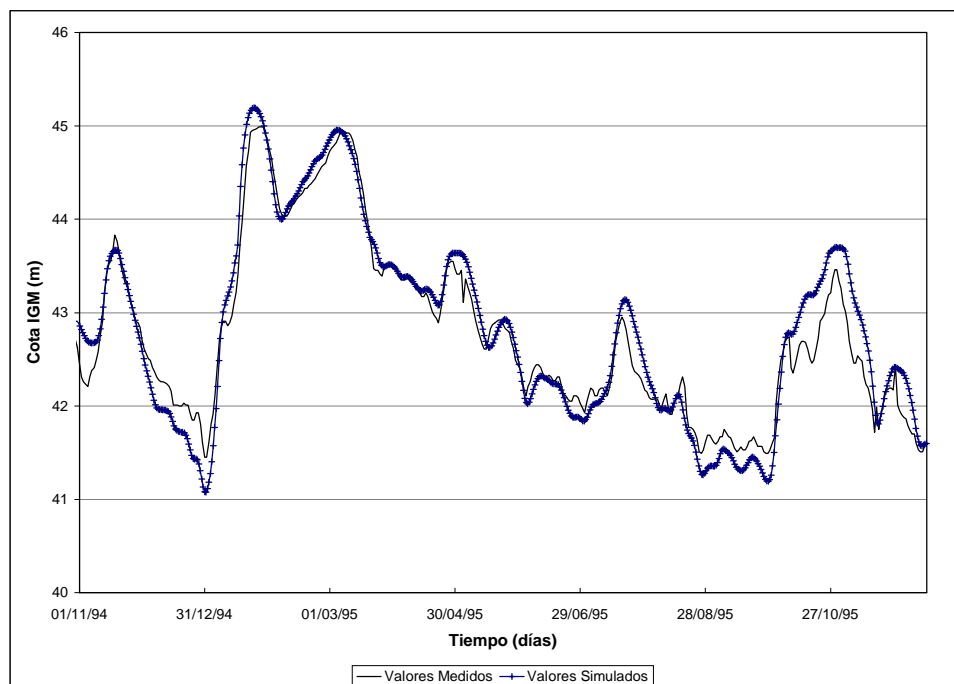


Figura 3.7d Contraste de niveles para la sección Empedrado (km 315). Escenario X/94-XII/95

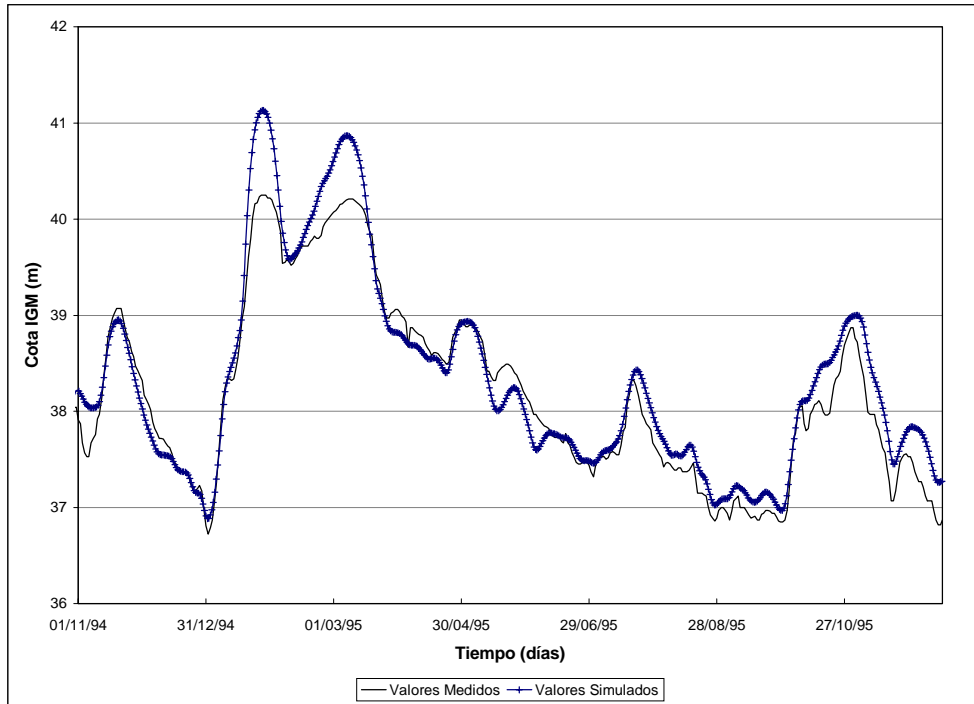


Figura 3.7e Contraste de niveles para la sección Bella Vista (km 397). Escenario X/94-XII/95

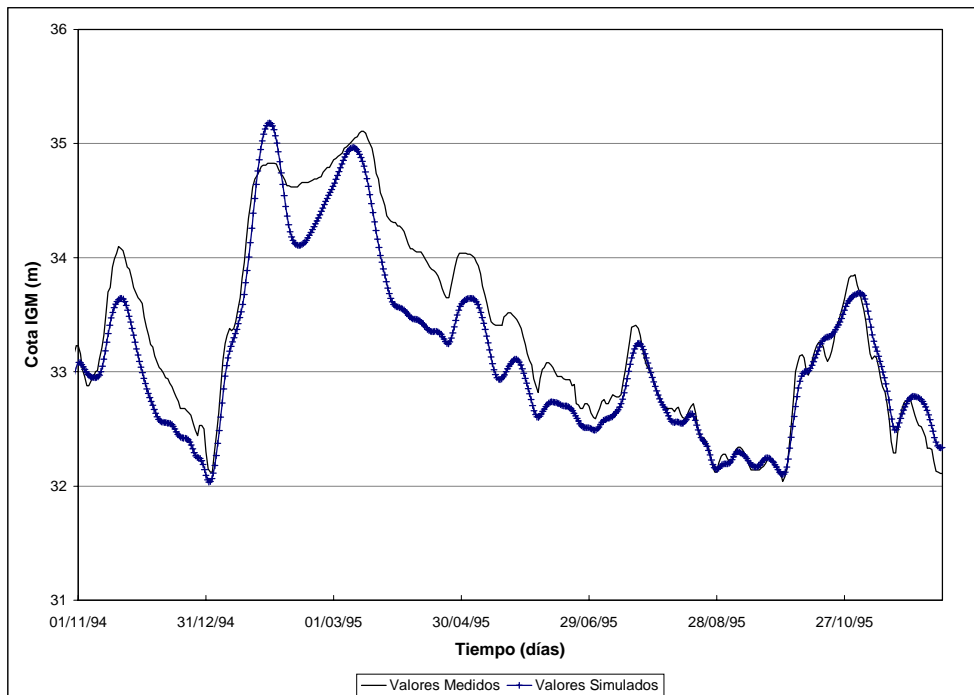


Figura 3.7f Contraste de niveles para la sección Goya (km 482). Escenario X/94-XII/95

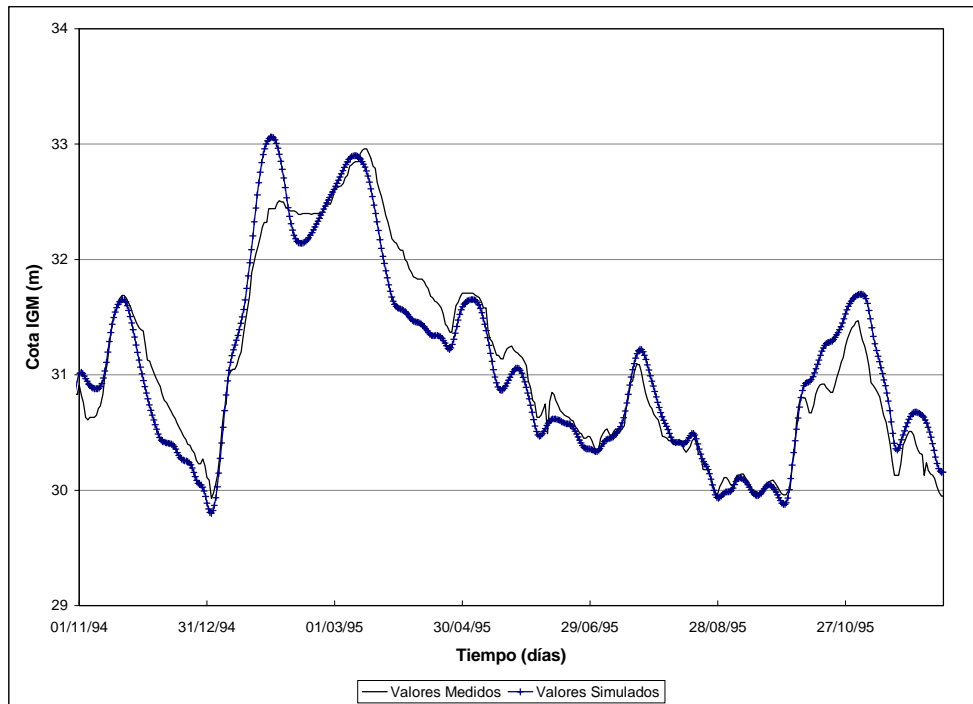


Figura 3.7g Contraste de niveles para la sección Reconquista (km 506). Escenario X/94-XII/95

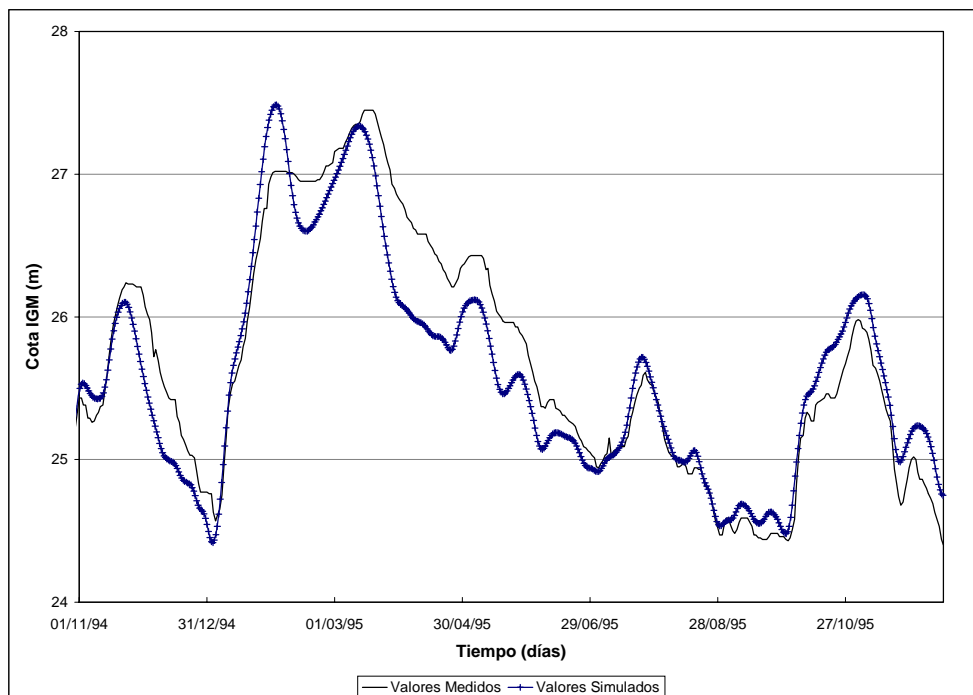


Figura 3.7h Contraste de niveles para la sección Esquina (km 601). Escenario X/94-XII/95

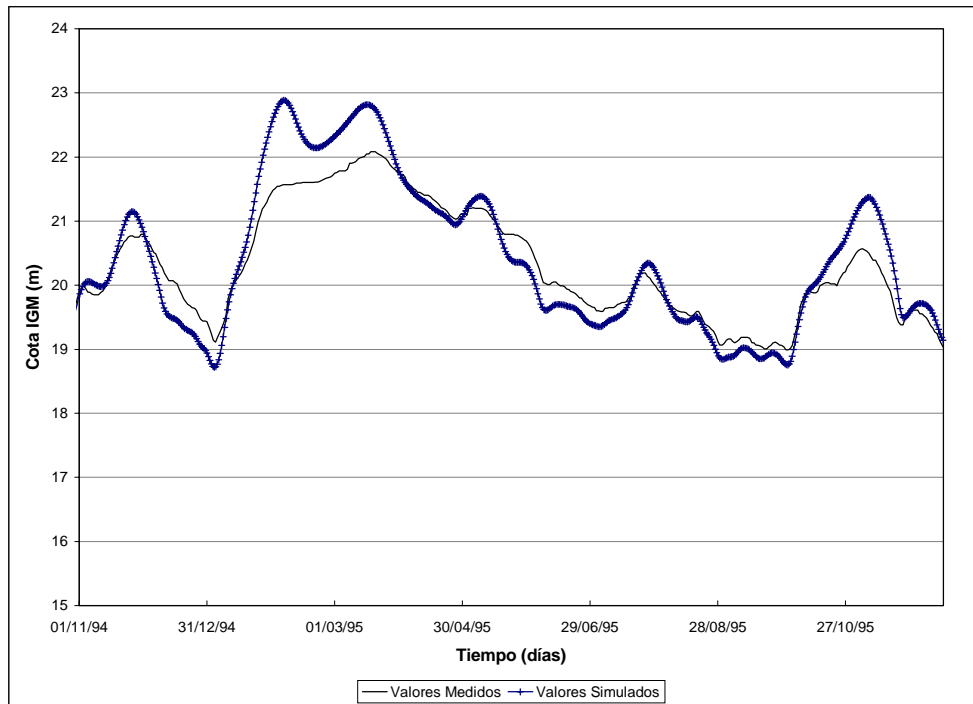


Figura 3.7i Contraste de niveles para la sección La Paz (km 697). Escenario X/94-XII/95

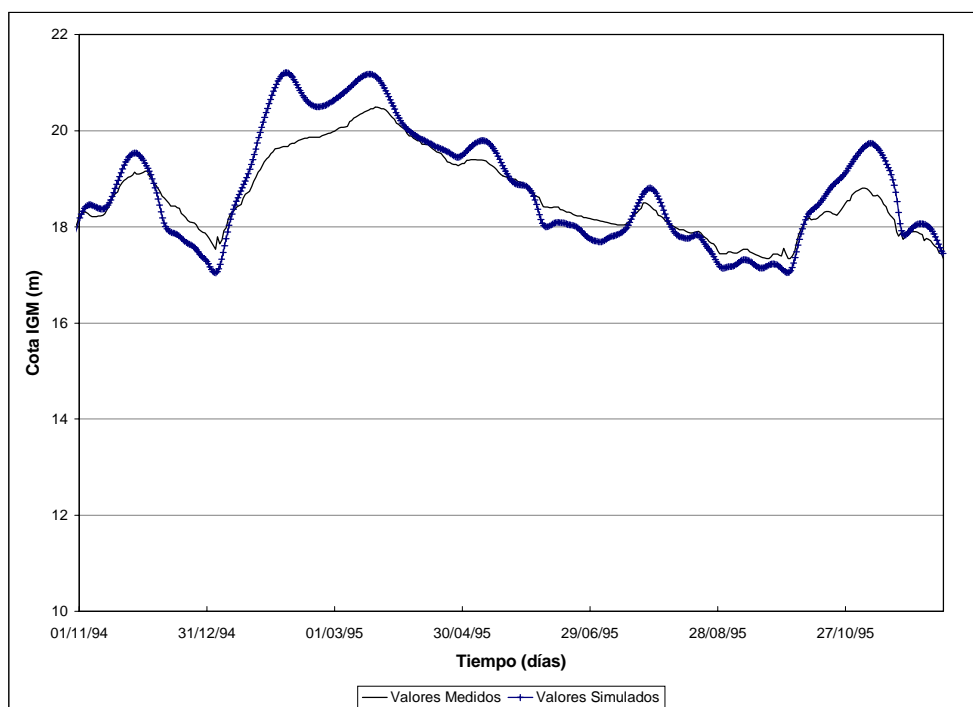


Figura 3.7j Contraste de niveles para la sección Santa Elena (km 725). Escenario X/94-XII/95

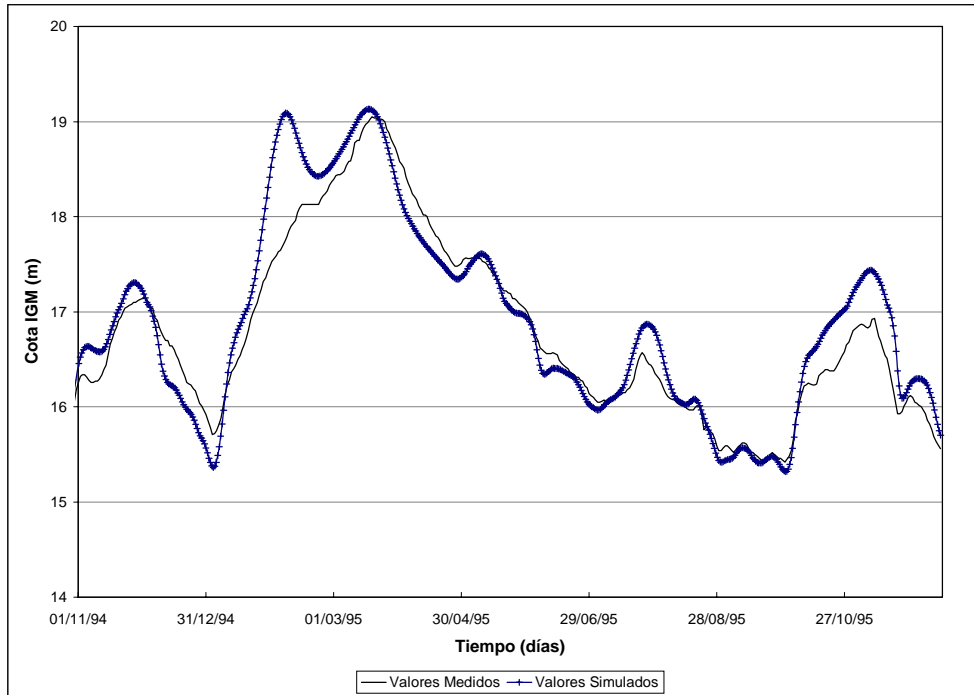


Figura 3.7k Contraste de niveles para la sección Hernandarias (km 765). Escenario X/94-XII/95

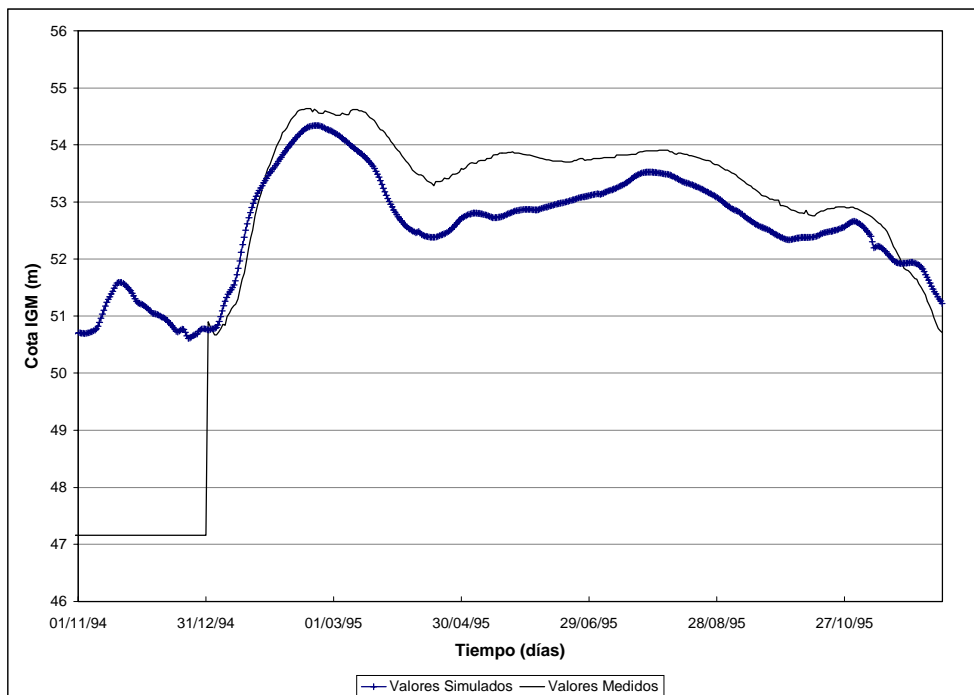


Figura 3.7l Contraste de niveles para la sección Formosa (km 169). Escenario X/94-XII/95

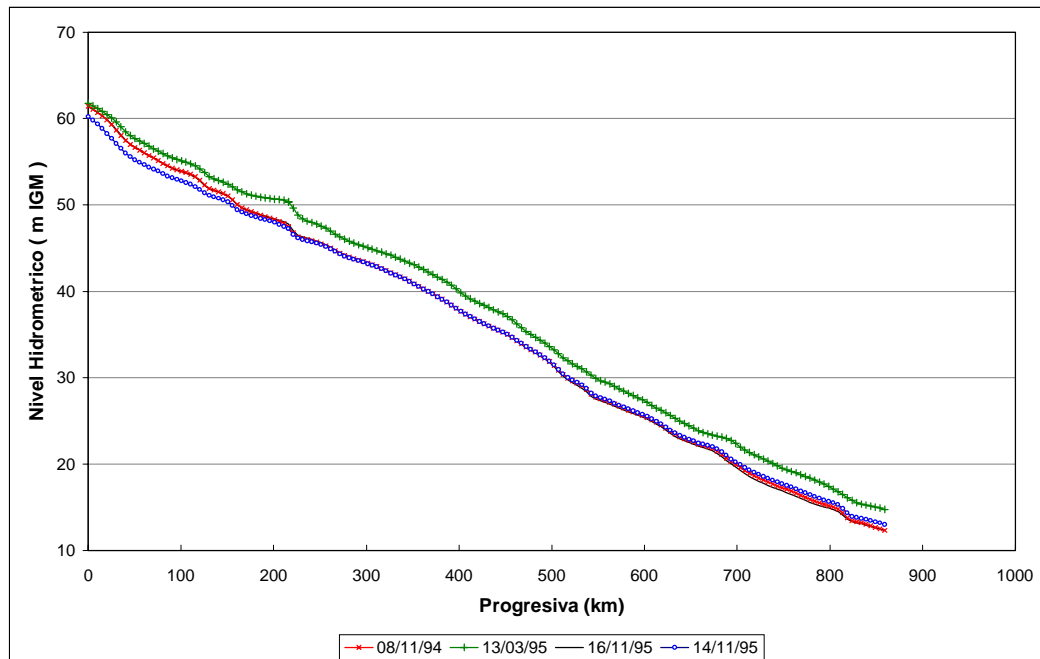


Figura 3.8 Perfil longitudinal del río Paraná. Escenario X/94 - XII/95

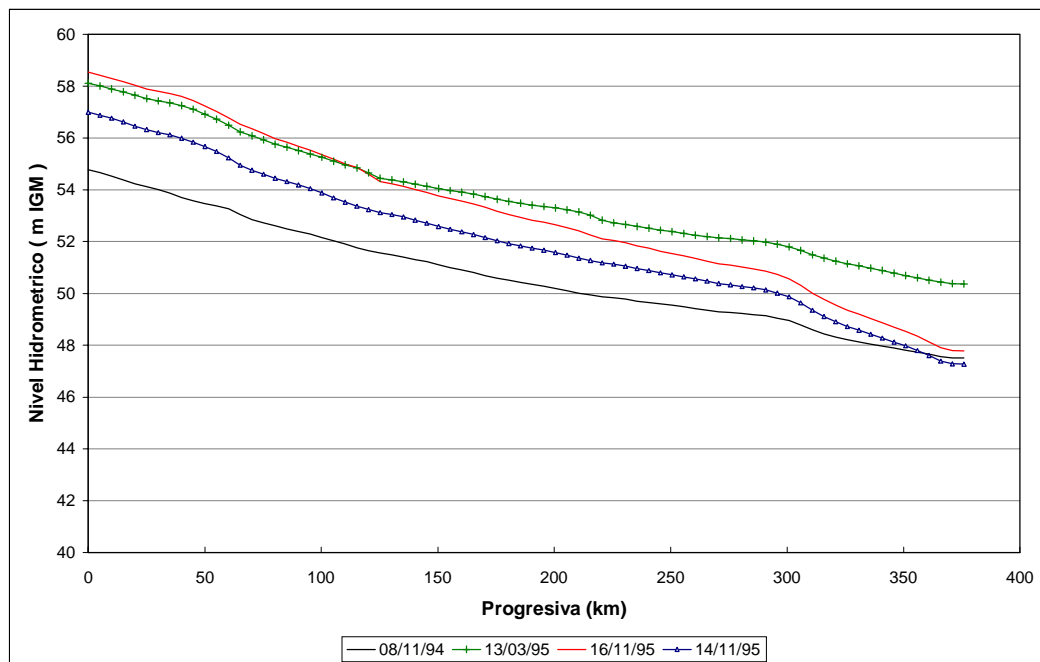


Figura 3.9 Perfil longitudinal del río Paraguay. Escenario X/94 - XII/95

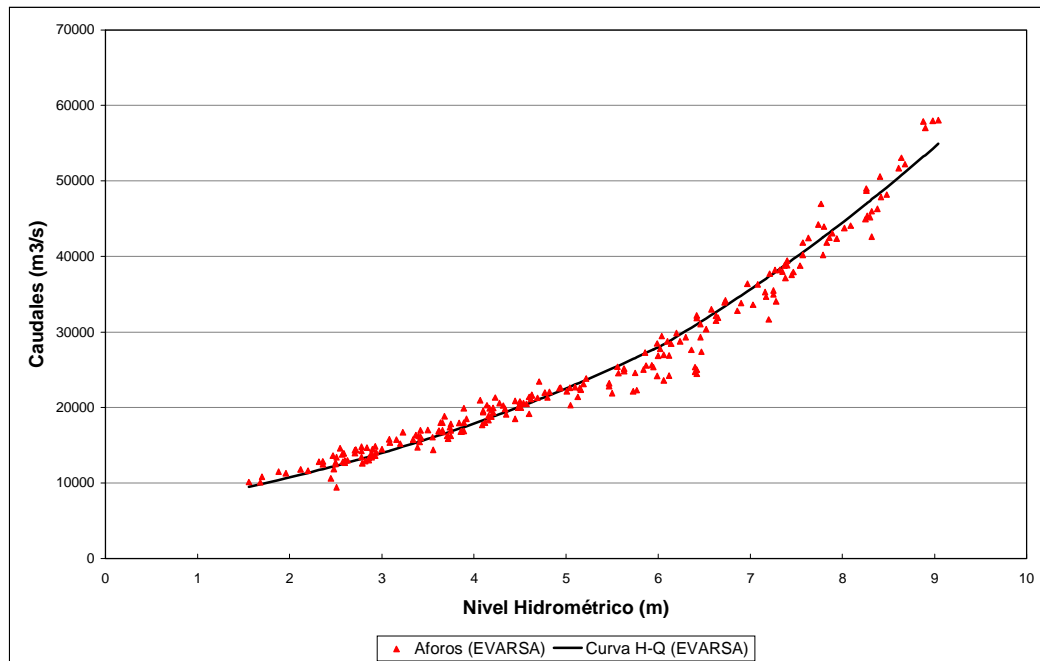


Figura 3.10 Caudales en la sección Corrientes (km 246)

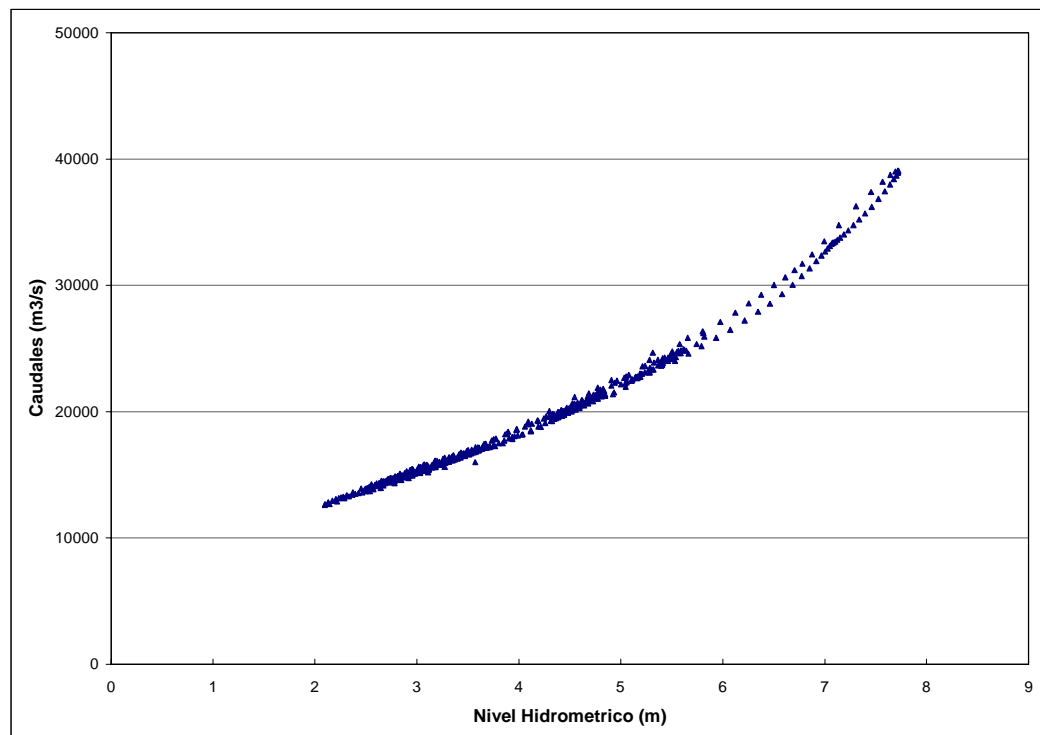


Figura 3.11 Valores Simulados en la sección Corrientes. Escenario III/96-III/97

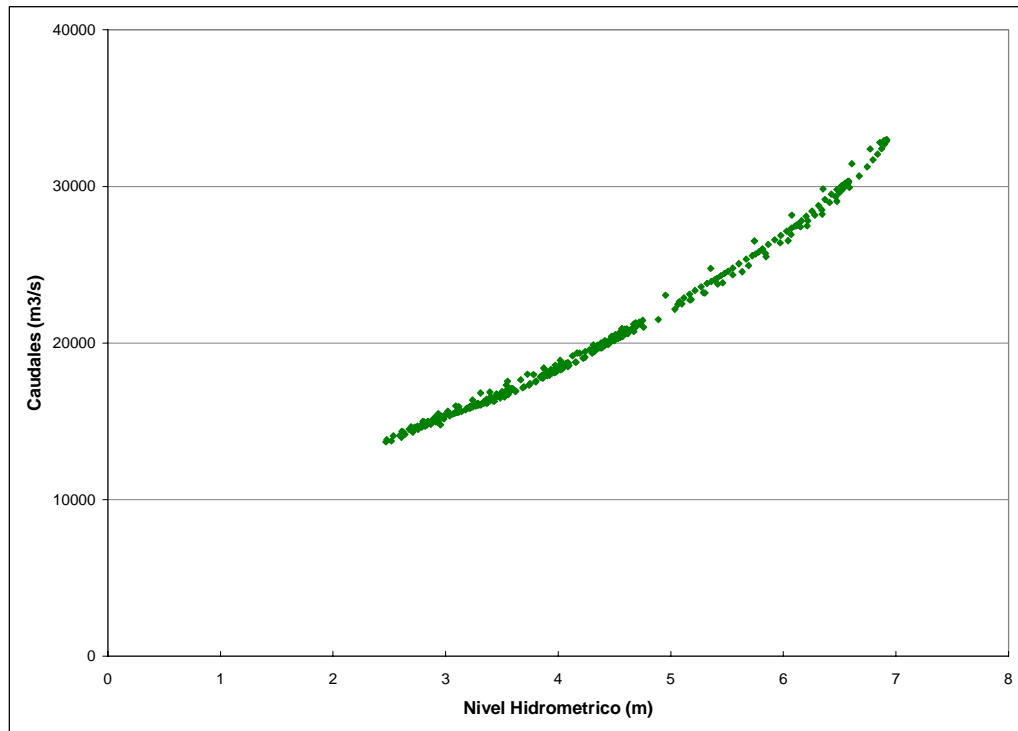


Figura 3.12 Valores Simulados en la sección Corrientes. Escenario X/94-XII/95

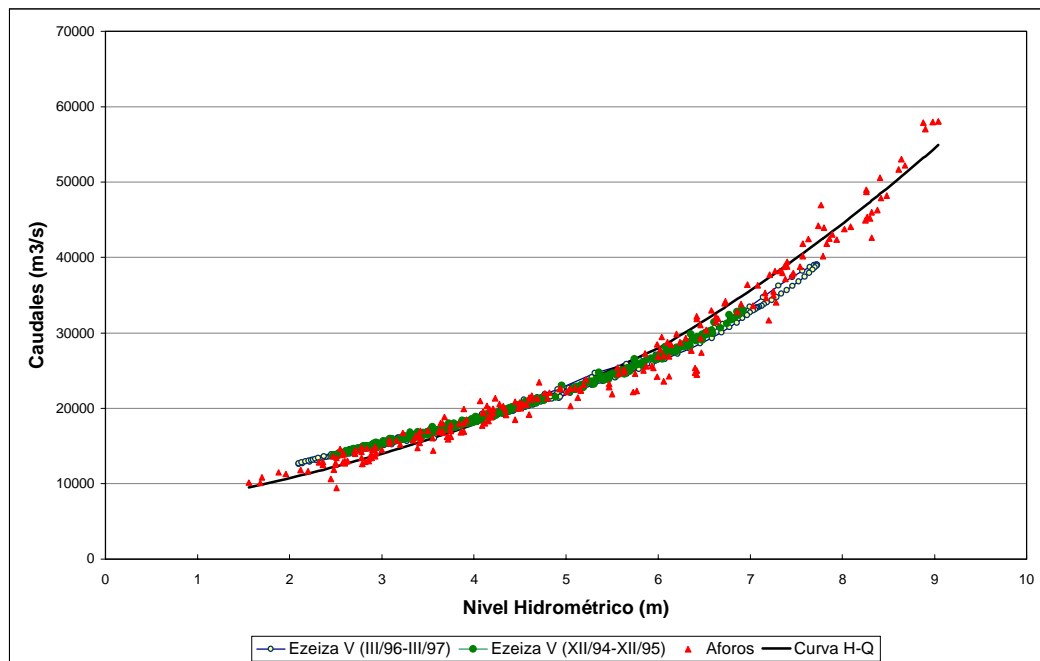
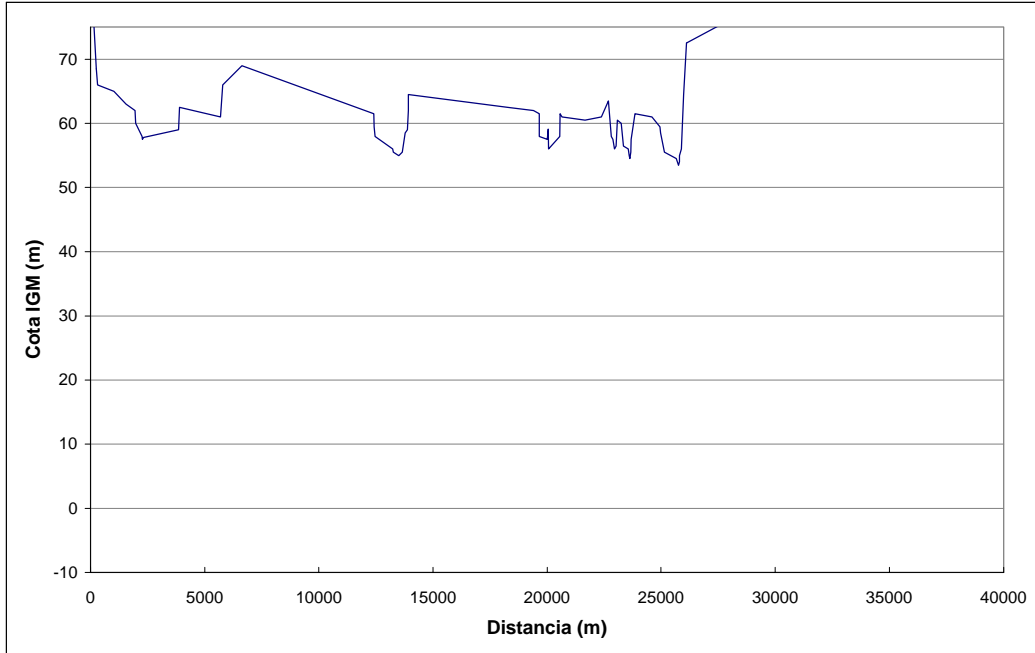


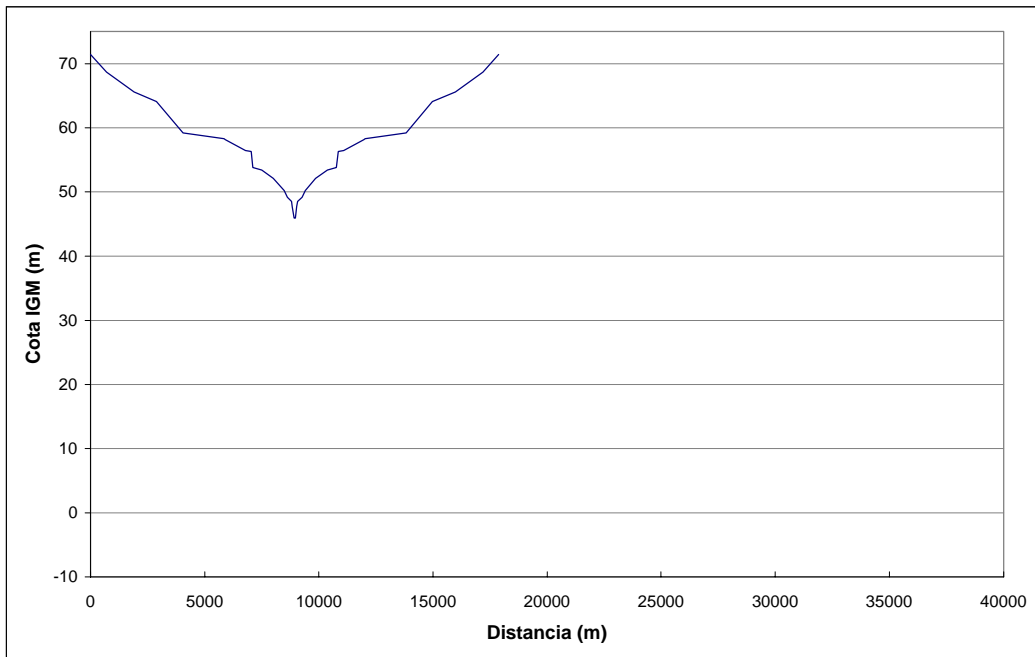
Figura 3.13 Caudales en la sección Corrientes

## **ANEXO I**

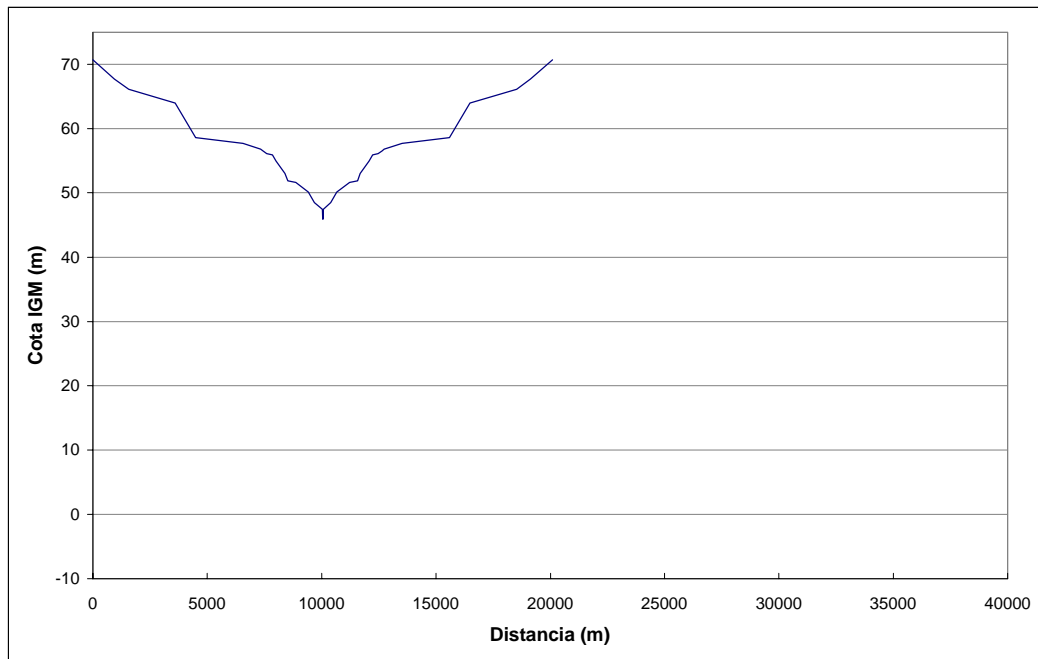
### **SECCIONES TOPOBATIMÉTRICAS**



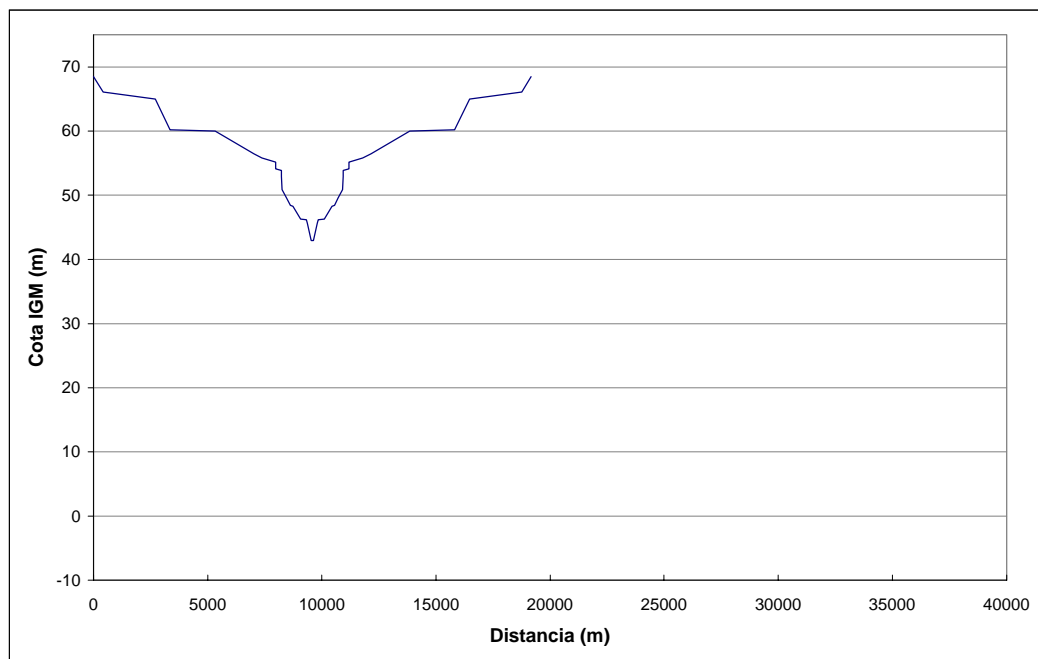
*RIO PARANÁ. Sección Ituzaingó - Km 0*



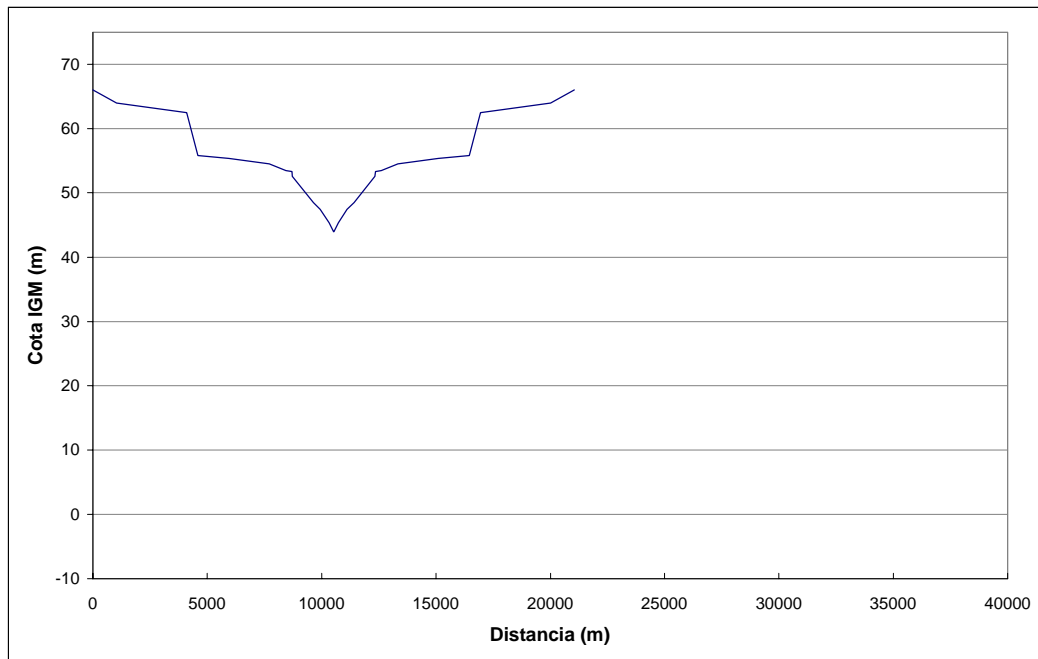
*RIO PARANÁ. Sección PS23 - Km 38*



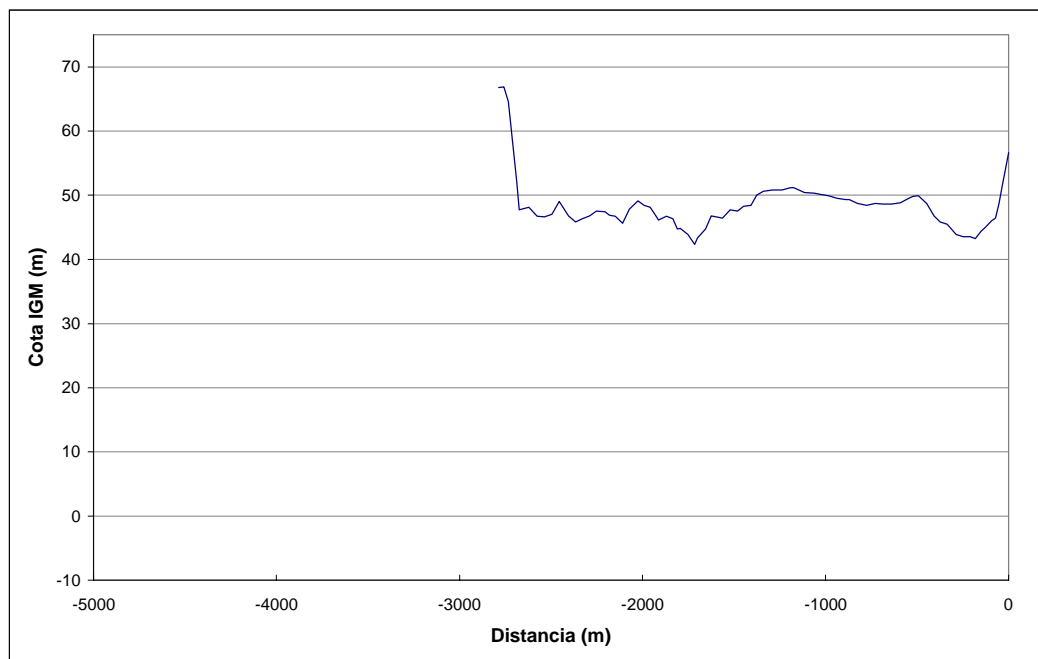
*RIO PARANÁ. Sección PS22 - Km 48*



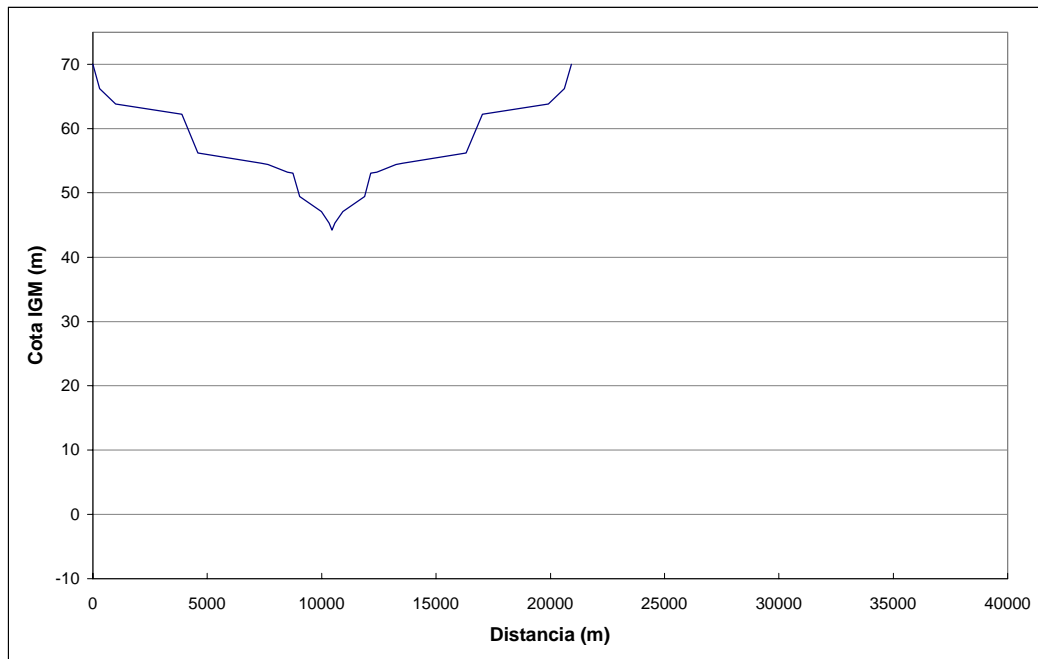
*RIO PARANÁ. Sección PS20 - Km 71*



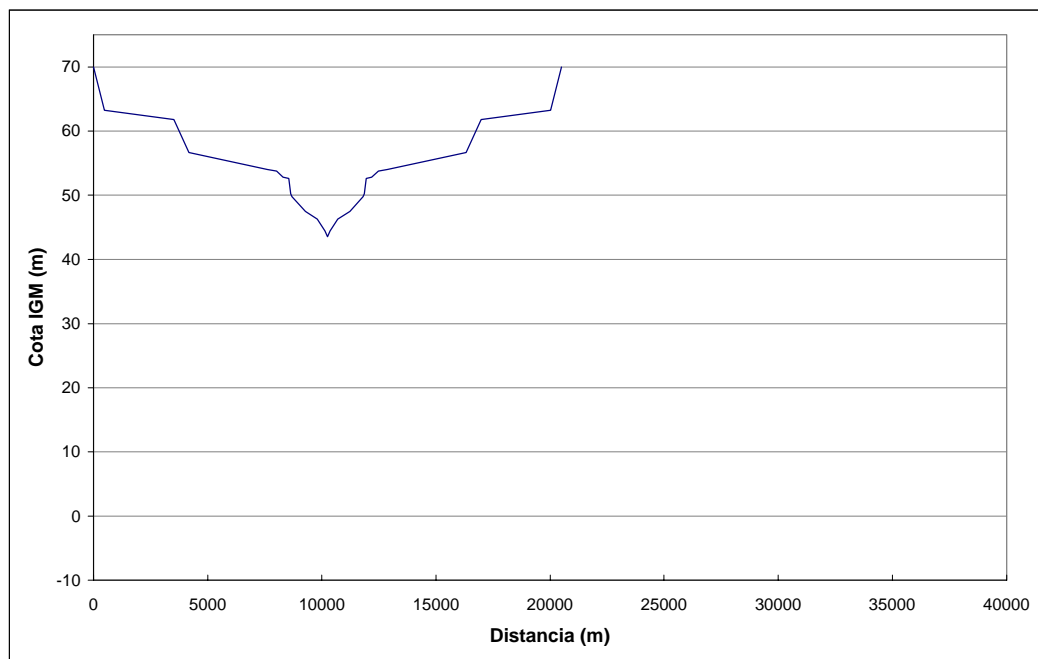
*RIO PARANÁ. Sección Ita Ibaté (PS19) - Km 74*



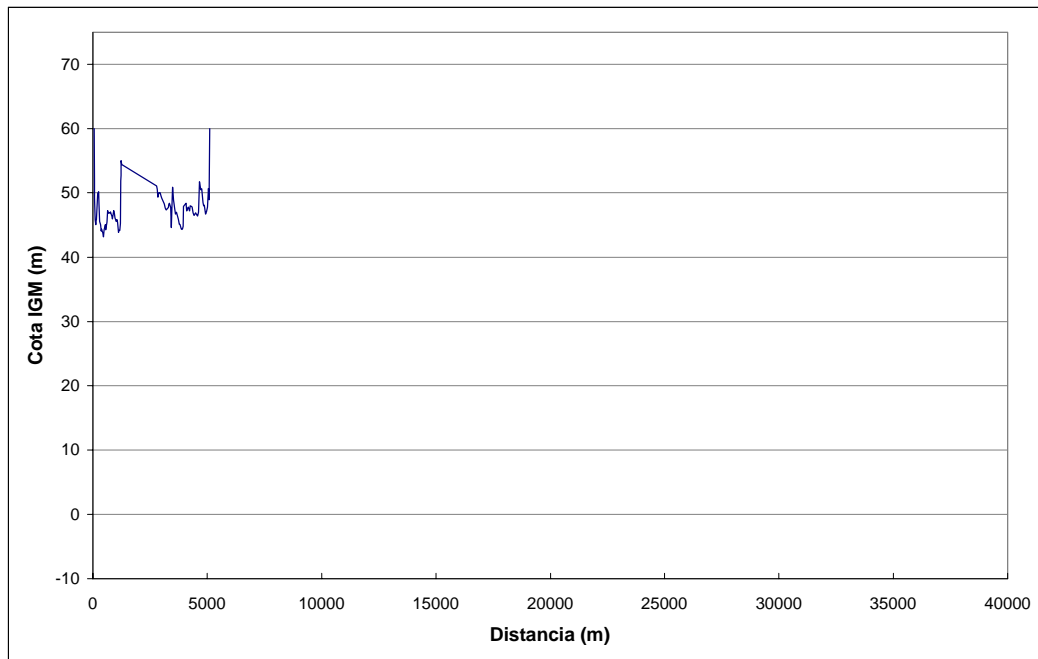
*RIO PARANÁ. Sección Perfil26 - Km 81*



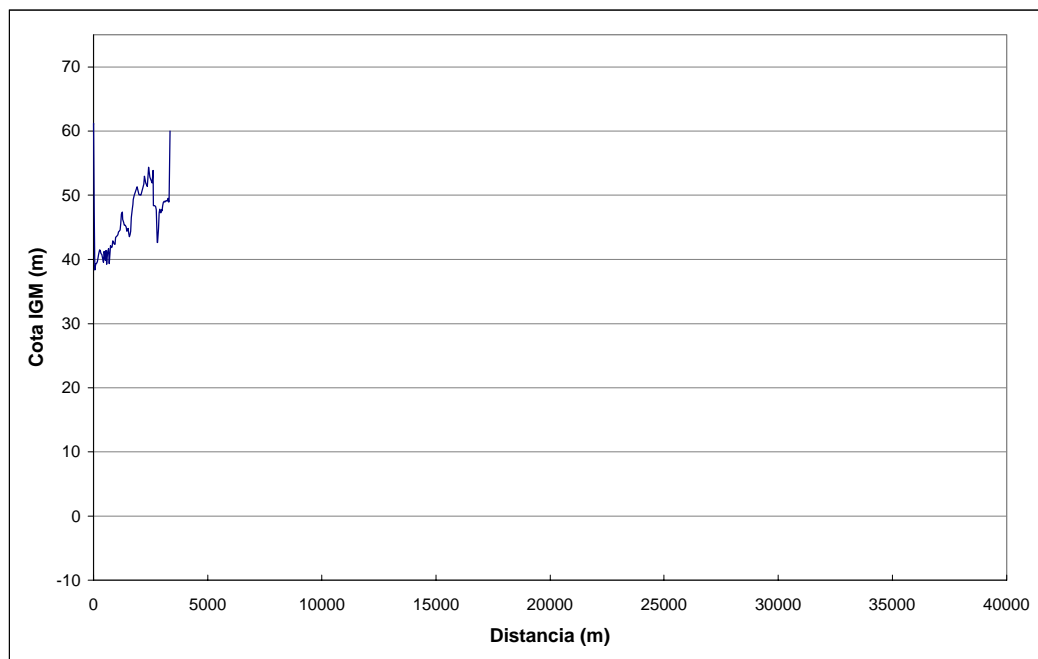
*RIO PARANÁ. Sección PS18 - Km 83*



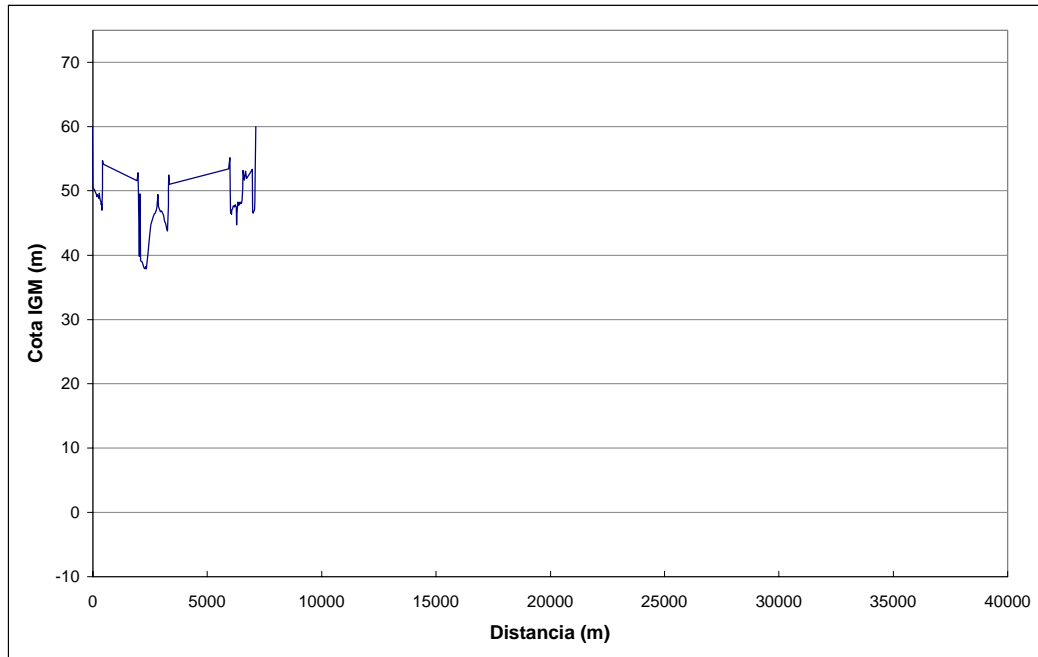
*RIO PARANÁ. Sección PS17 - Km 86*



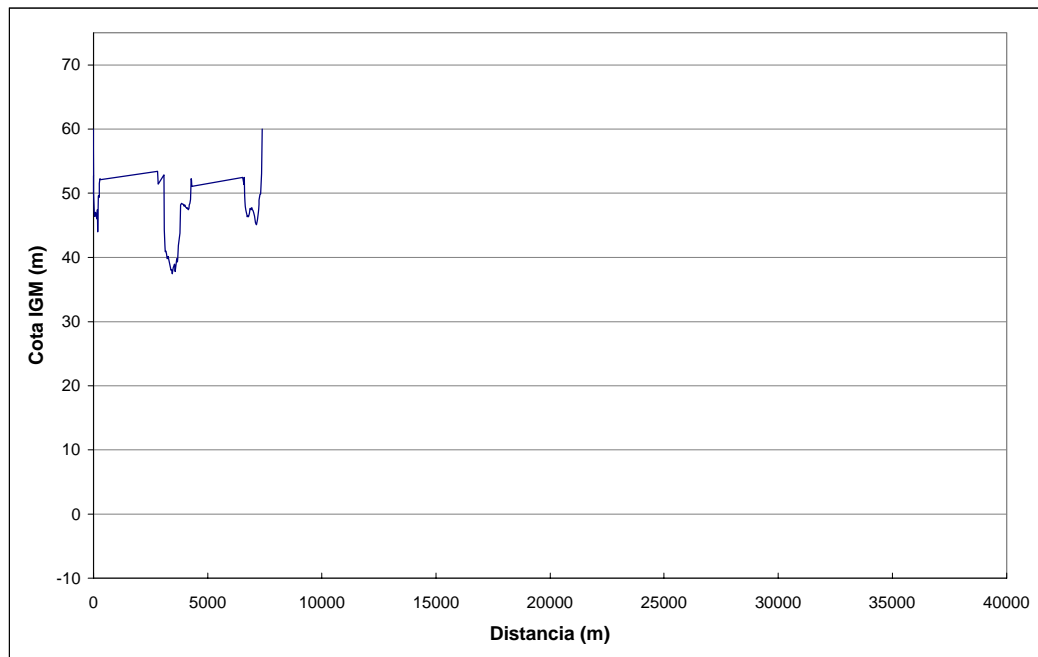
*RIO PARANÁ. Sección Peros16 - Km 94*



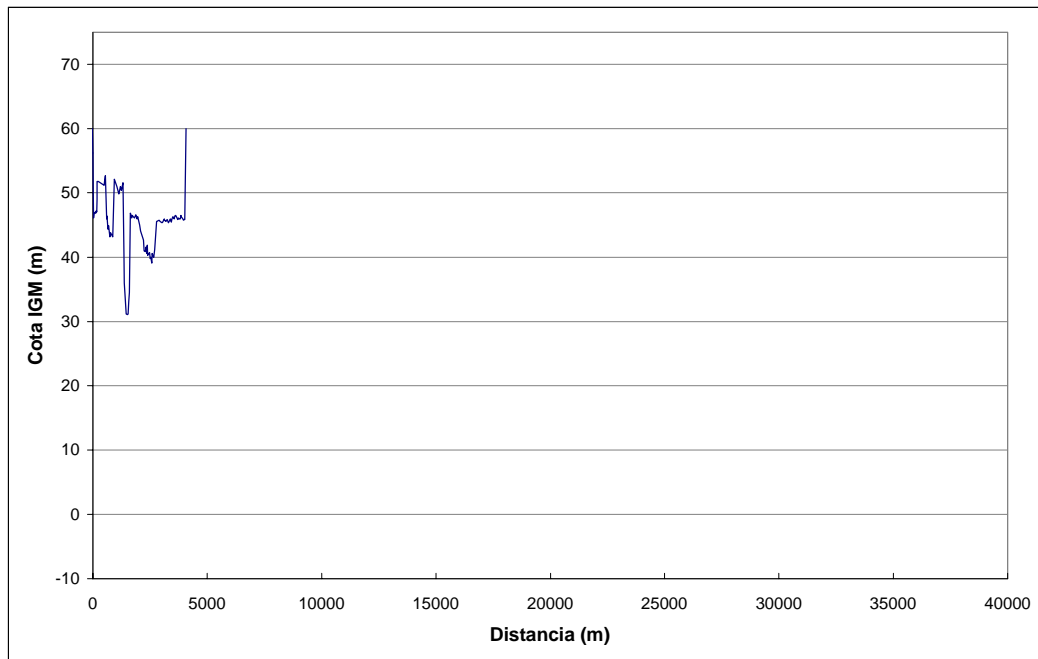
*RIO PARANÁ. Sección Cerrito - Km 102*



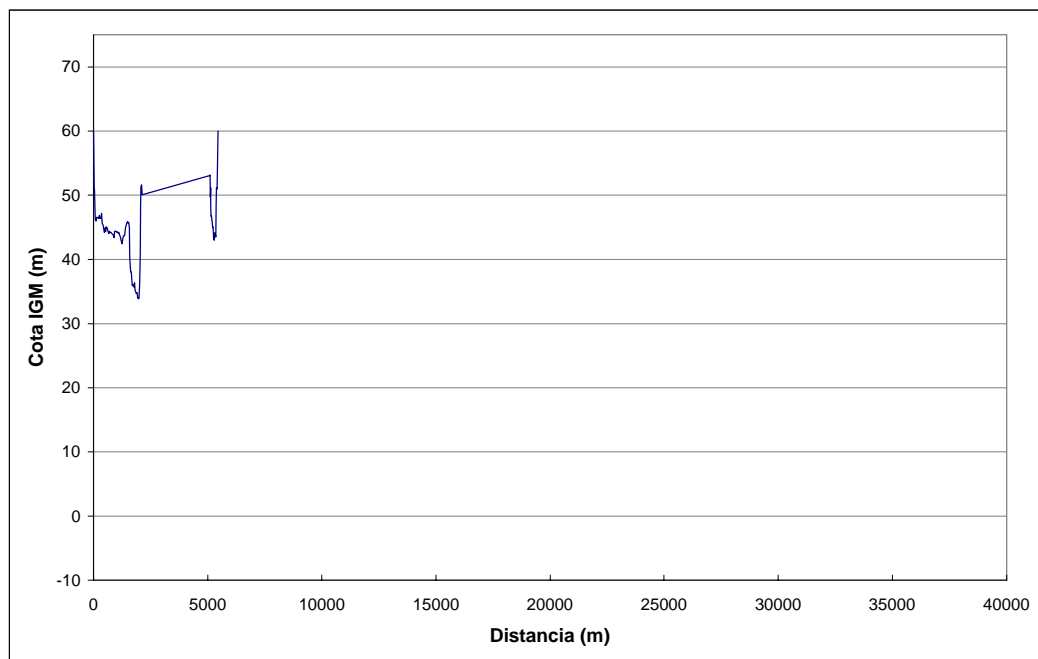
*RIO PARANÁ. Sección Ceste - Km 113*



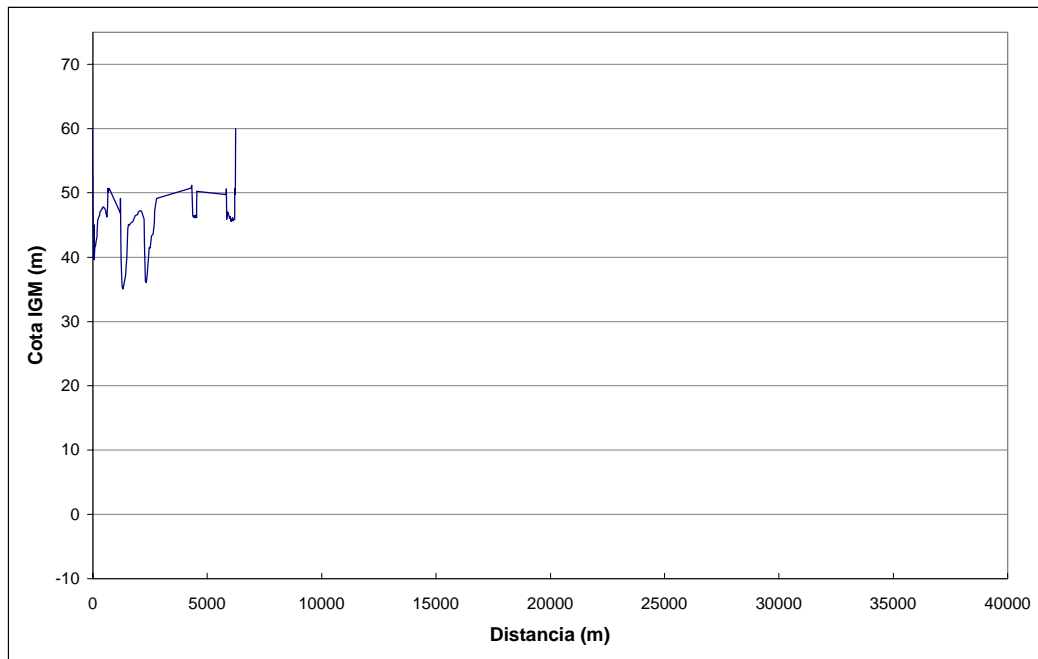
*RIO PARANÁ. Sección Coeste - Km 125*



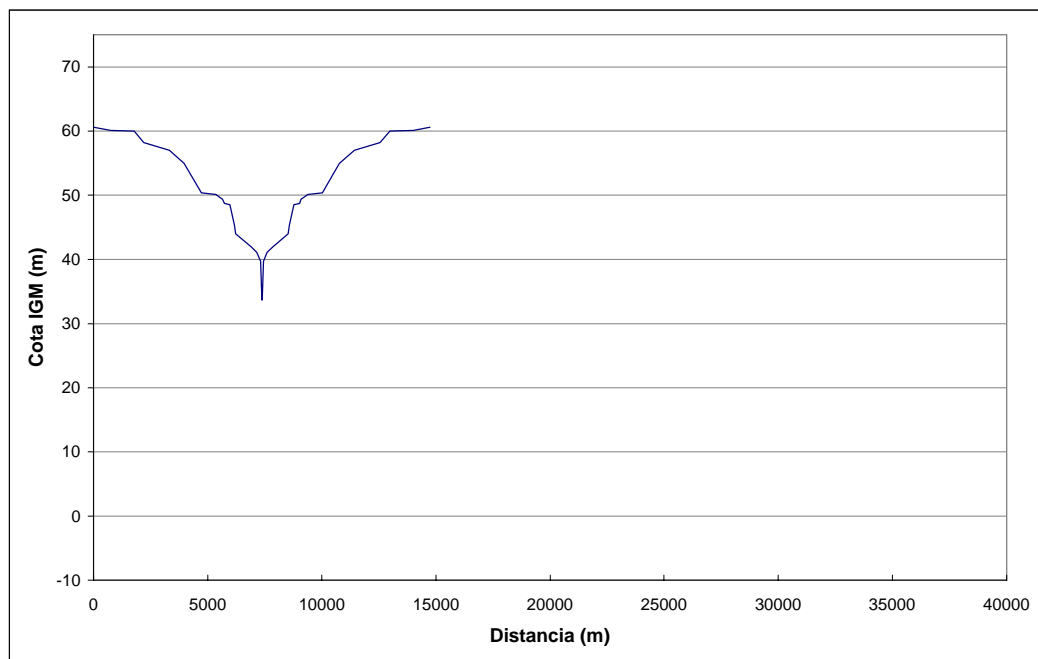
*RIO PARANÁ. Sección Guazú - Km 140*



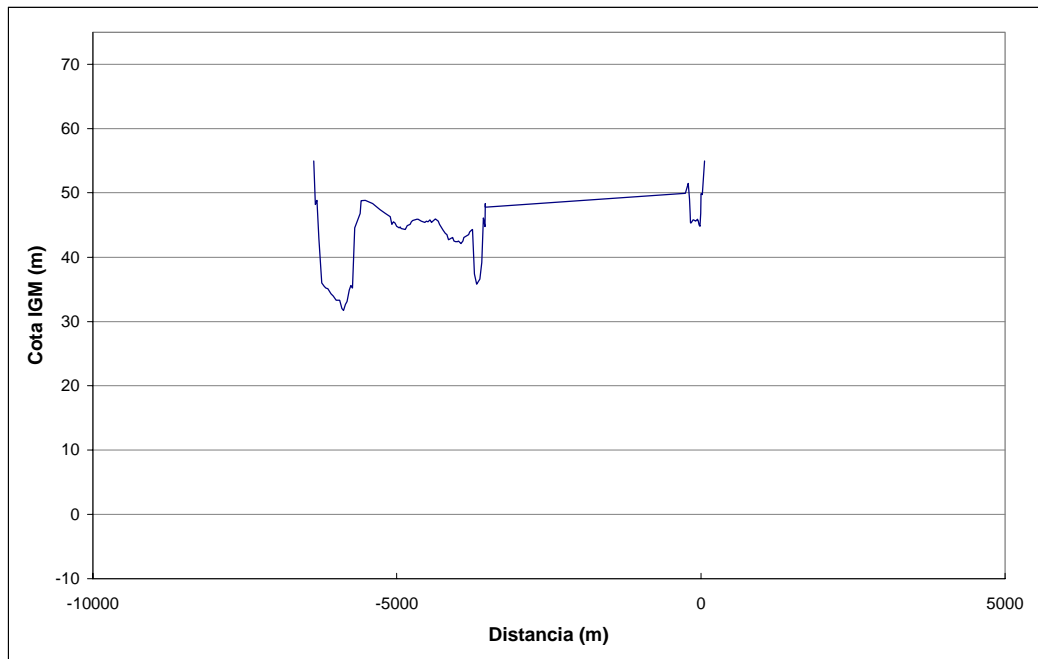
*RIO PARANÁ. Sección Lenguae - Km 153*



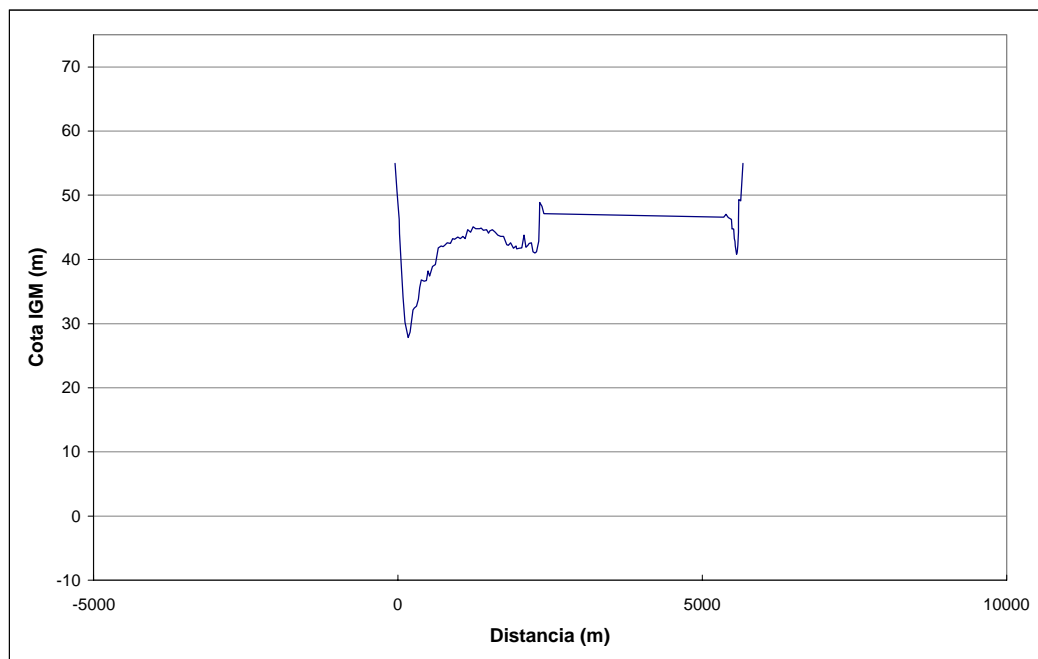
*RIO PARANÁ. Sección Lengua - Km 156*



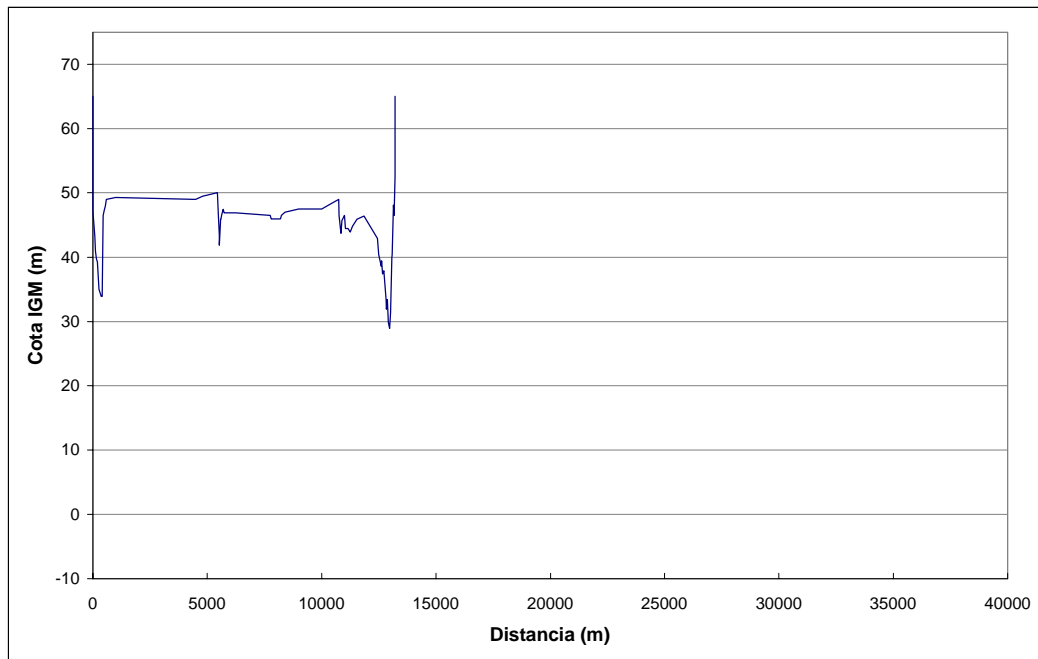
*RIO PARANÁ. Sección Itatí (PS06) - Km 175*



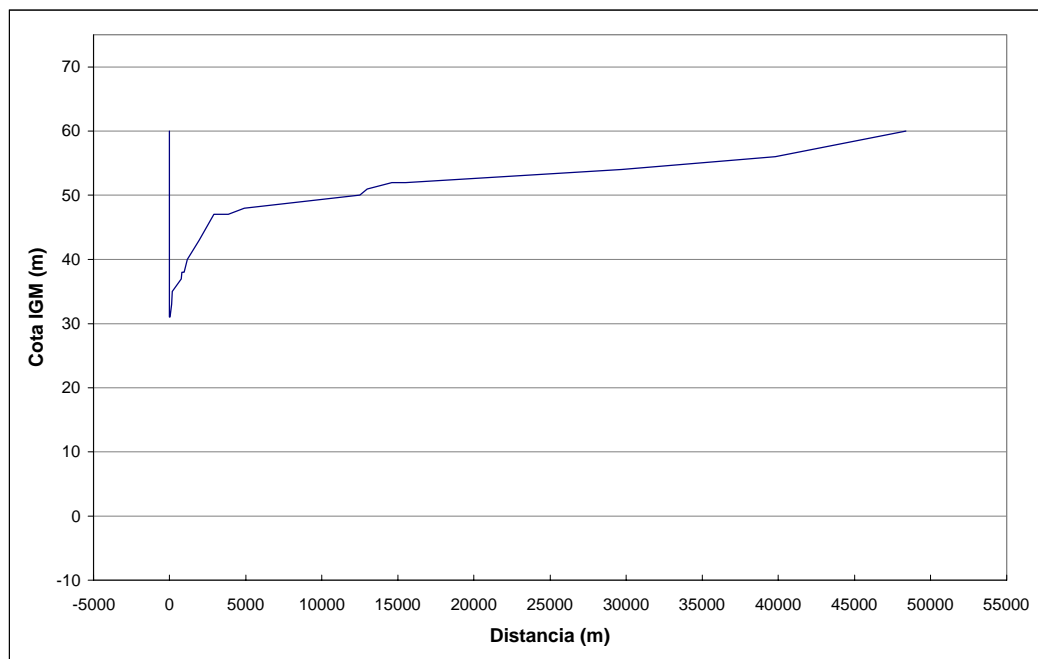
*RIO PARANÁ. Sección Bobyeste - Km 181*



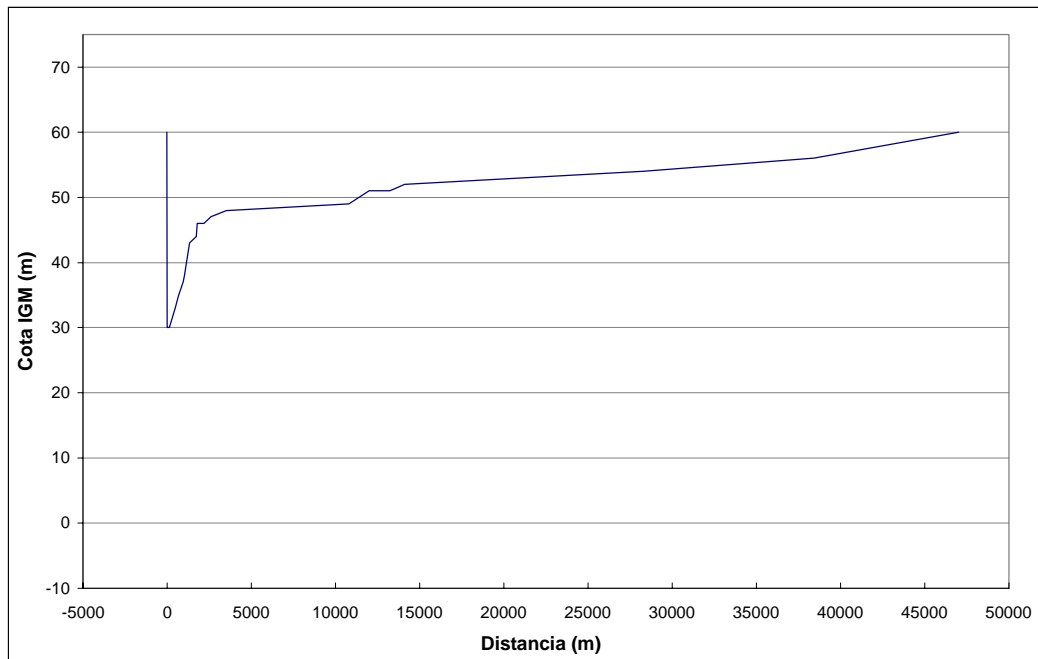
*RIO PARANÁ. Sección Boboeste - Km 194*



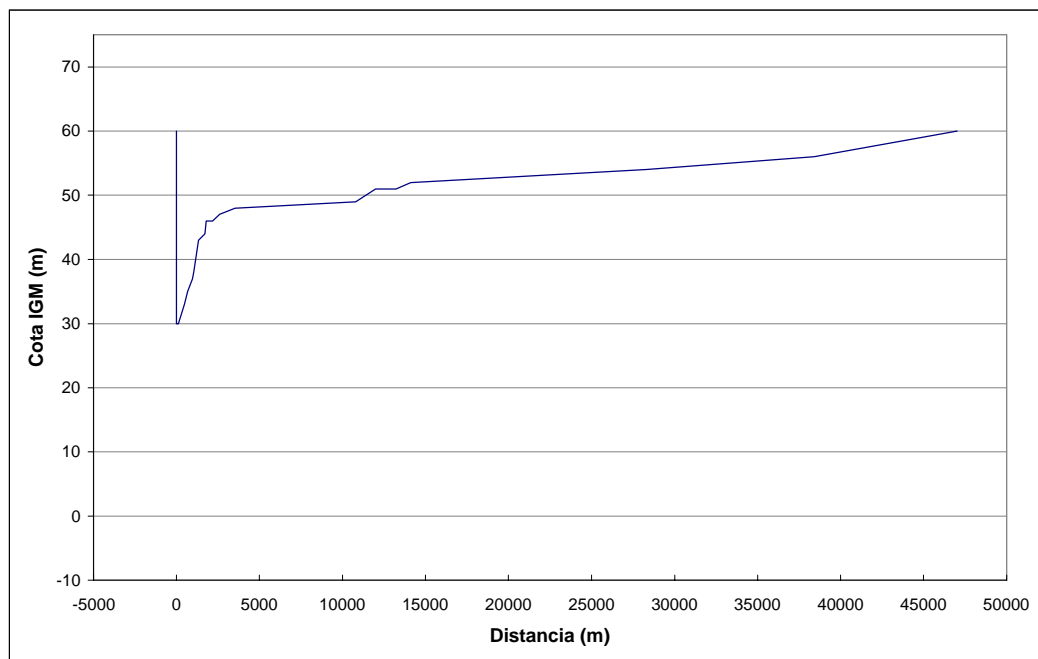
*RIO PARANÁ. Sección BNU - Km 207*



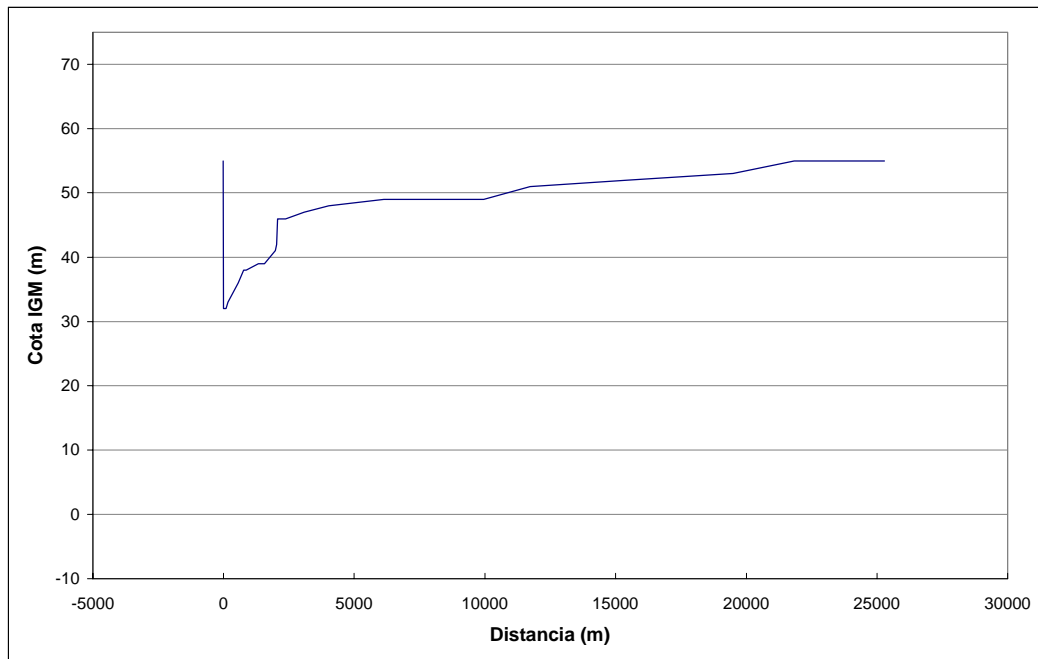
*RIO PARANÁ. Sección PM101 - Km 214*



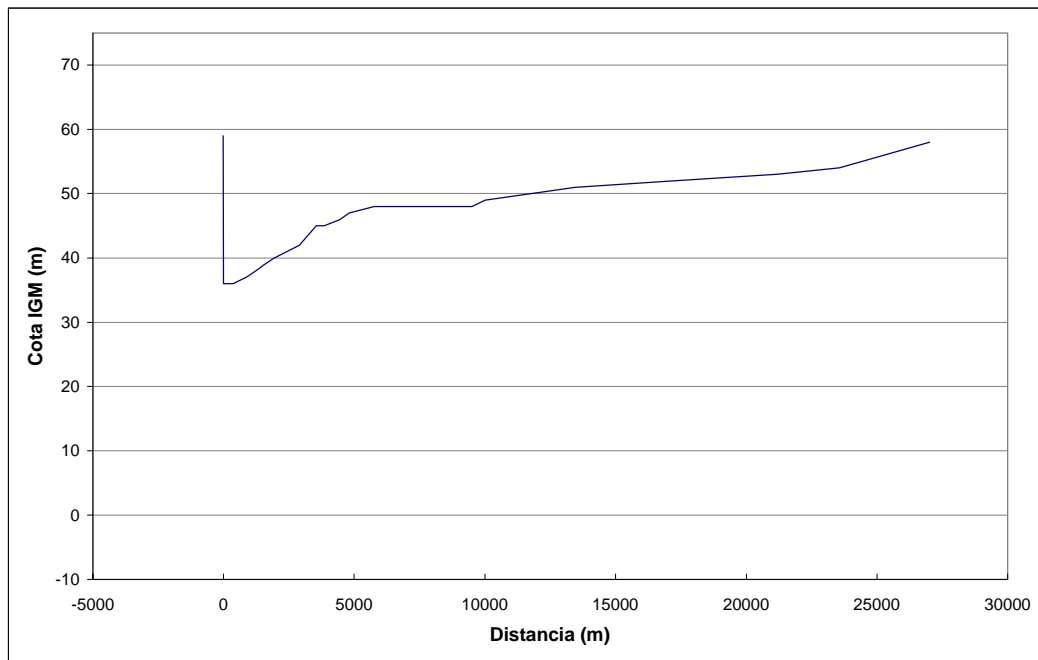
*RIO PARANÁ. Sección Ent-Paraguay - Km 218*



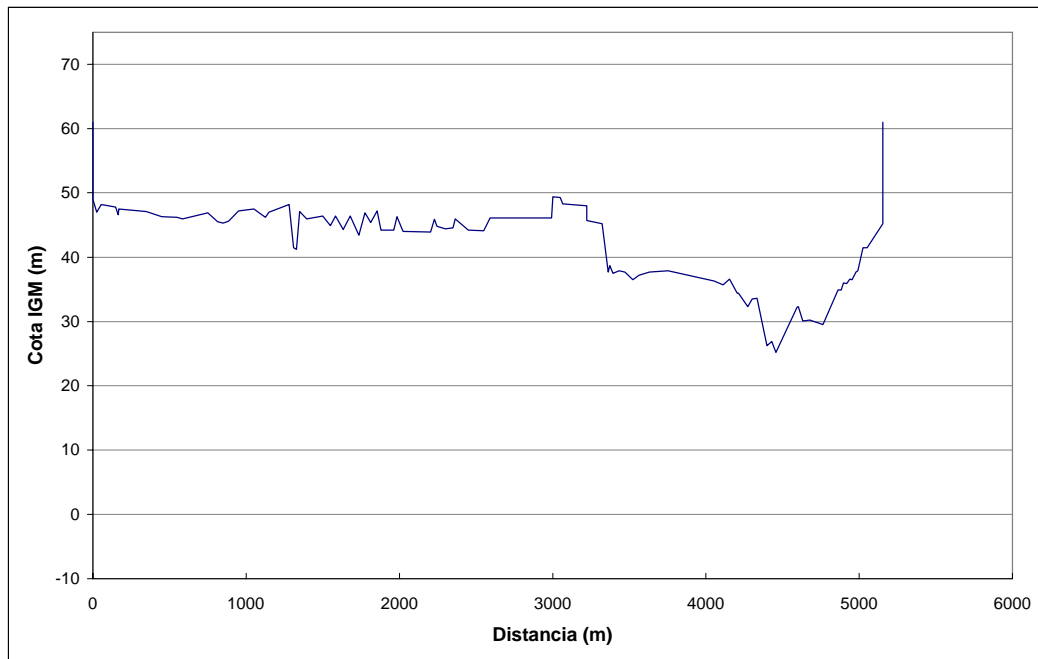
*RIO PARANÁ. Sección PM99 - Km 224*



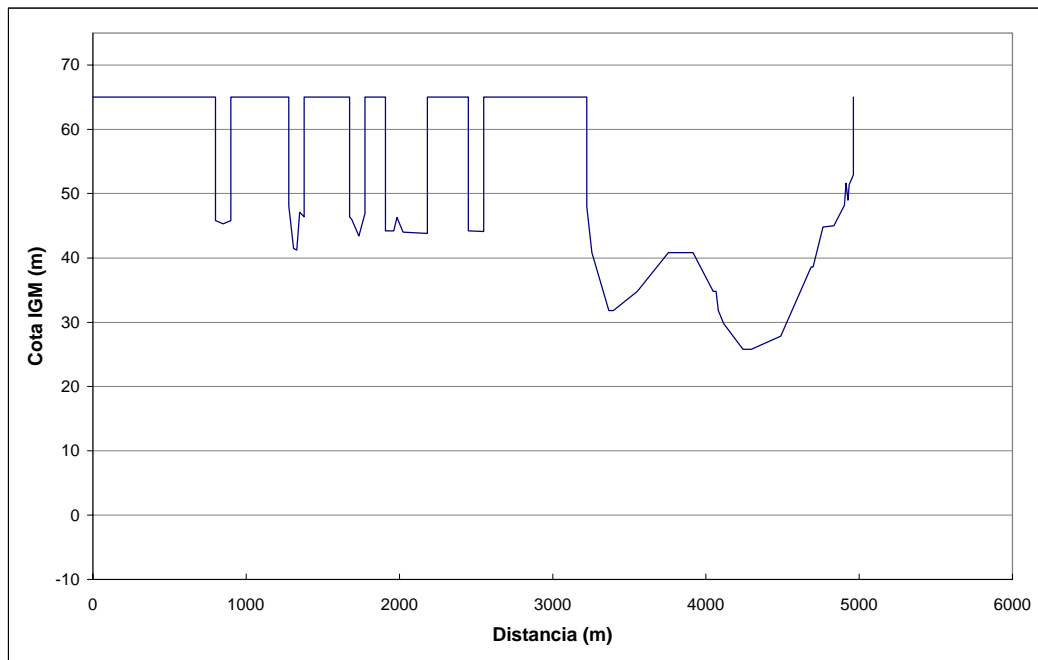
*RIO PARANÁ. Sección PM97 - Km 235*



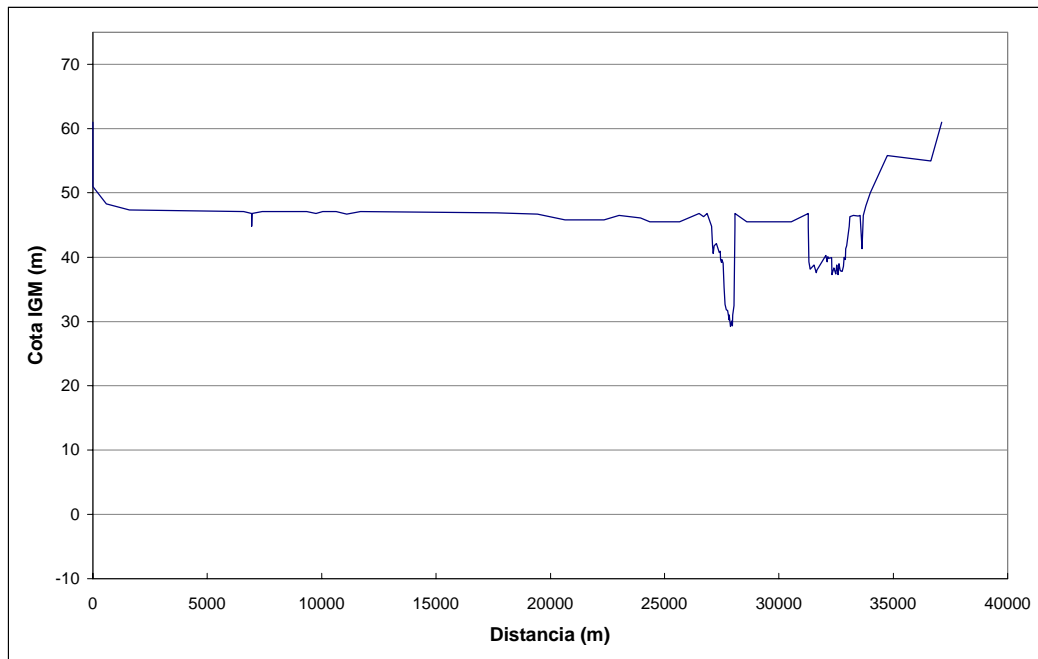
*RIO PARANÁ. Sección PM96 - Km 241*



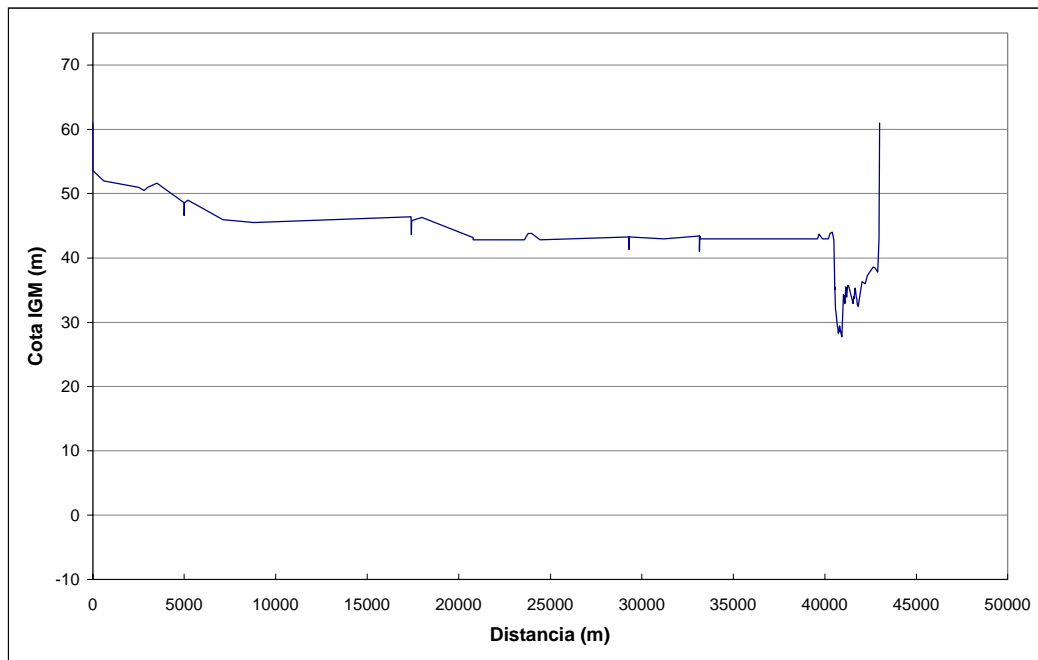
*RIO PARANÁ. Sección Corrientes - km 246*



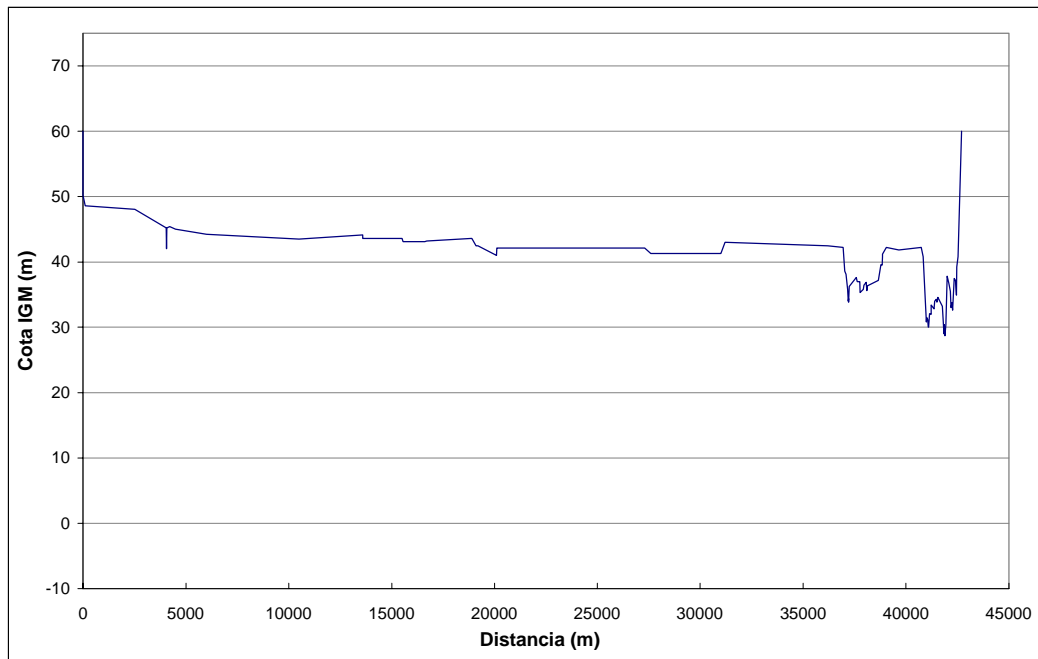
*RIO PARANÁ. Sección Puente - Km 248*



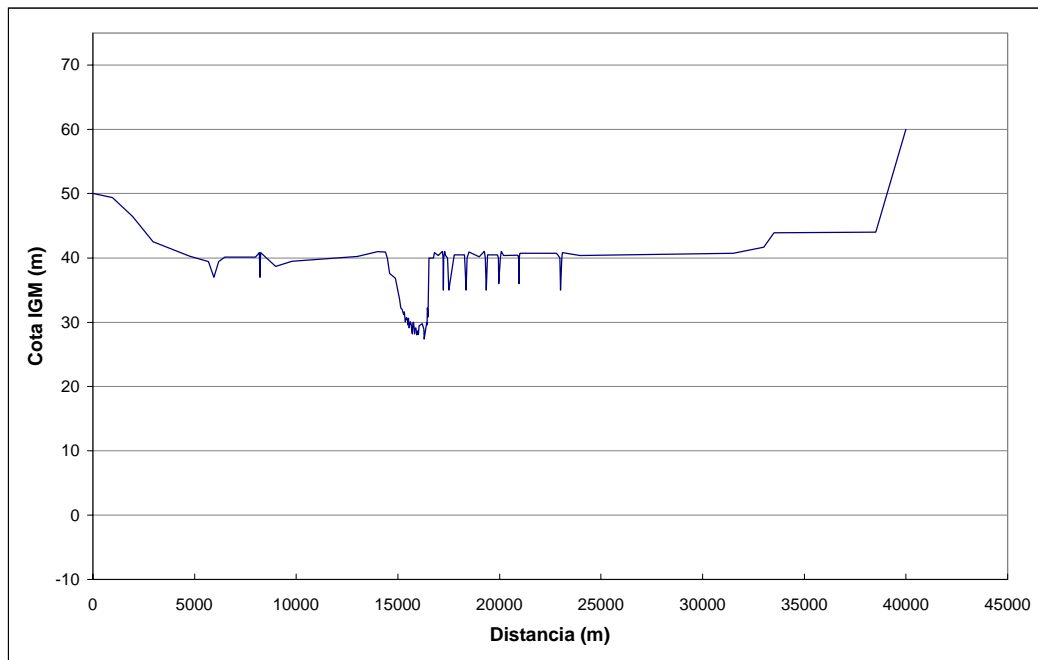
*RIO PARANÁ. Sección Riachuelo - Km 264*



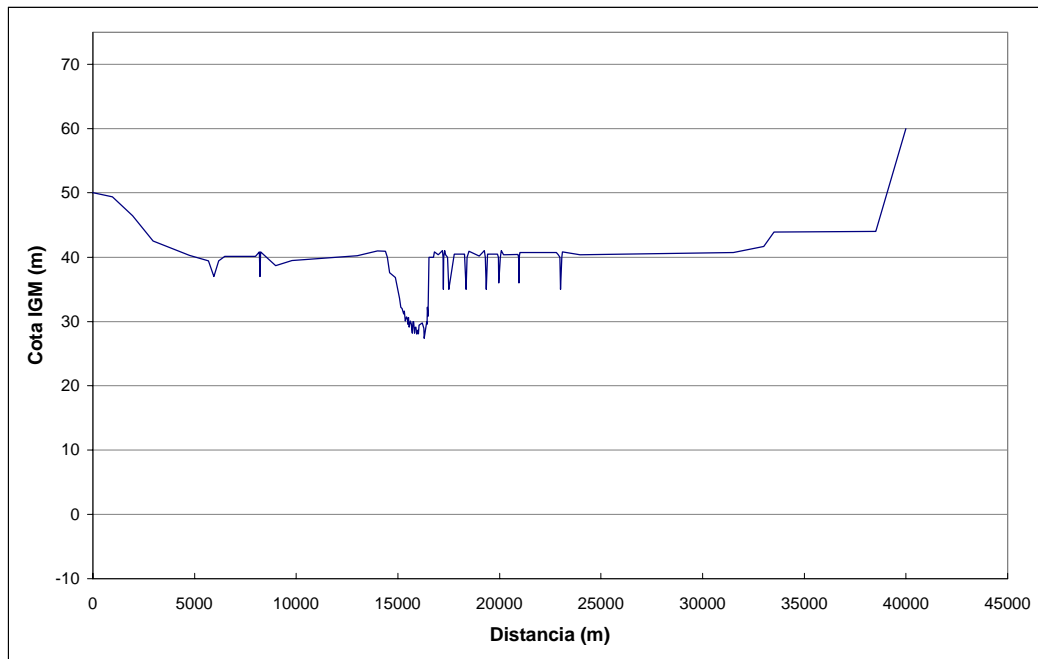
*RIO PARANÁ. Sección Tres Mariás - Km 287*



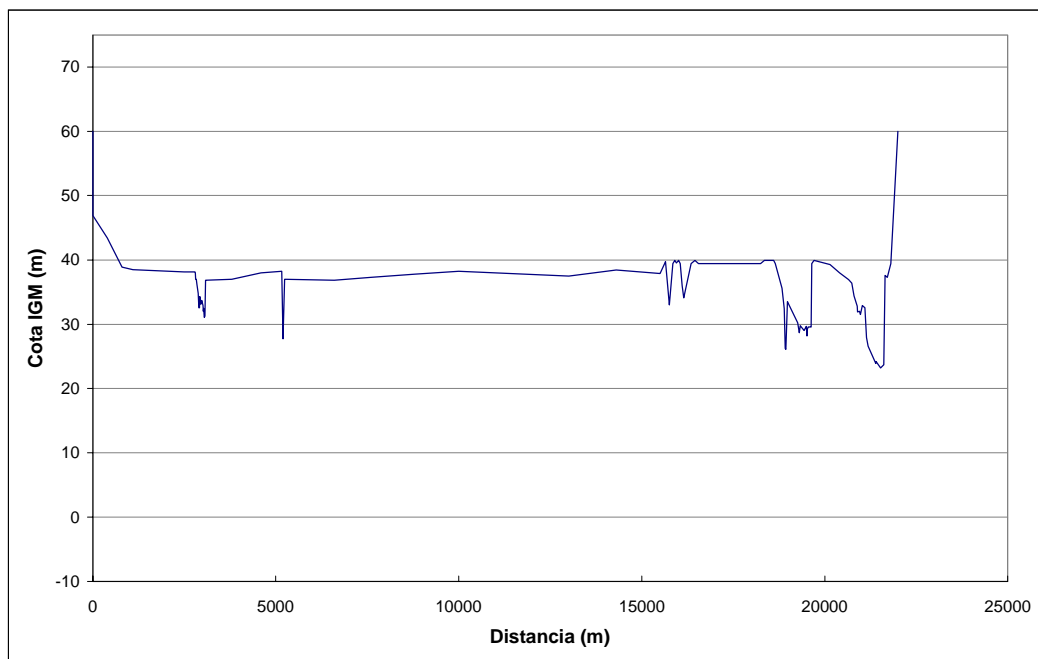
*RIO PARANÁ. Sección Empedrado - Km 315*



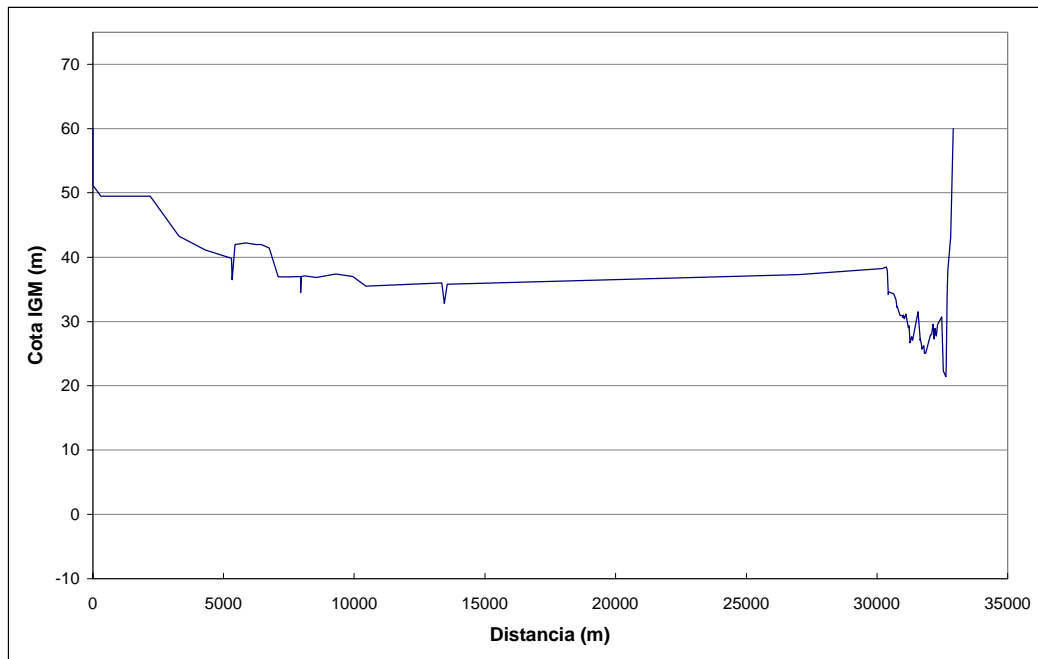
*RIO PARANÁ. Sección Piratapé - Km 368*



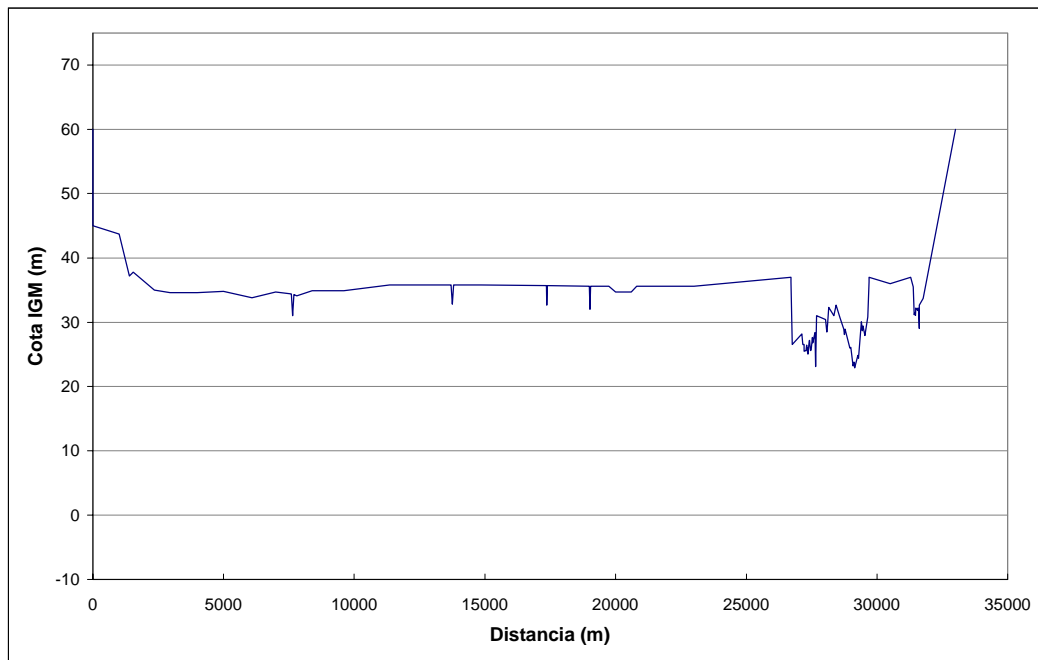
*RIO PARANÁ. Sección Piracuacito - Km 391*



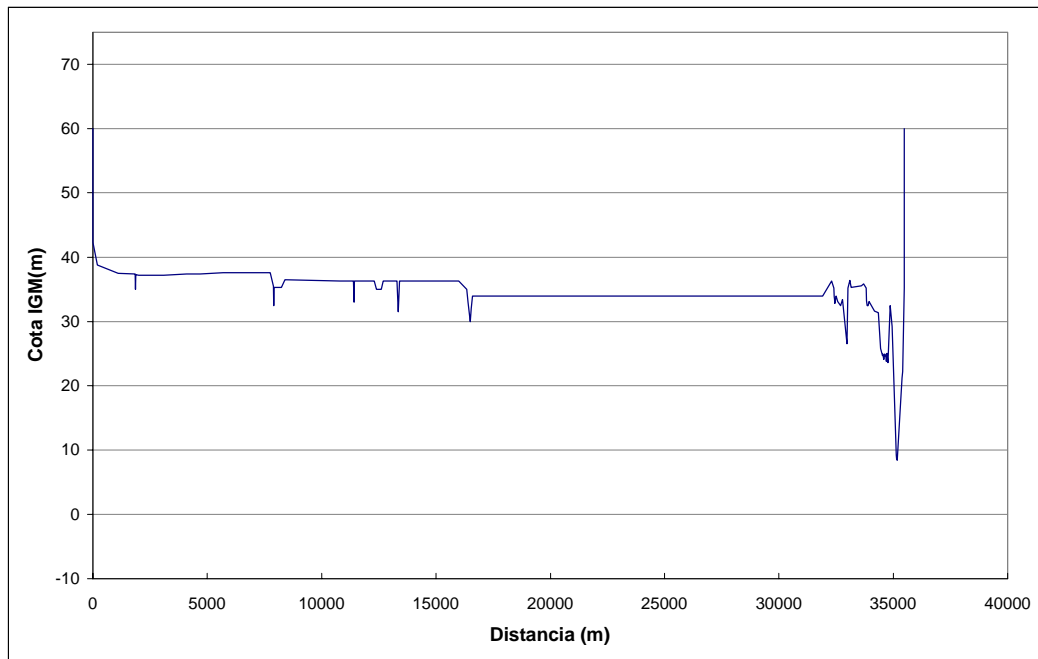
*RIO PARANÁ. Sección Bella Vista - Km 397*



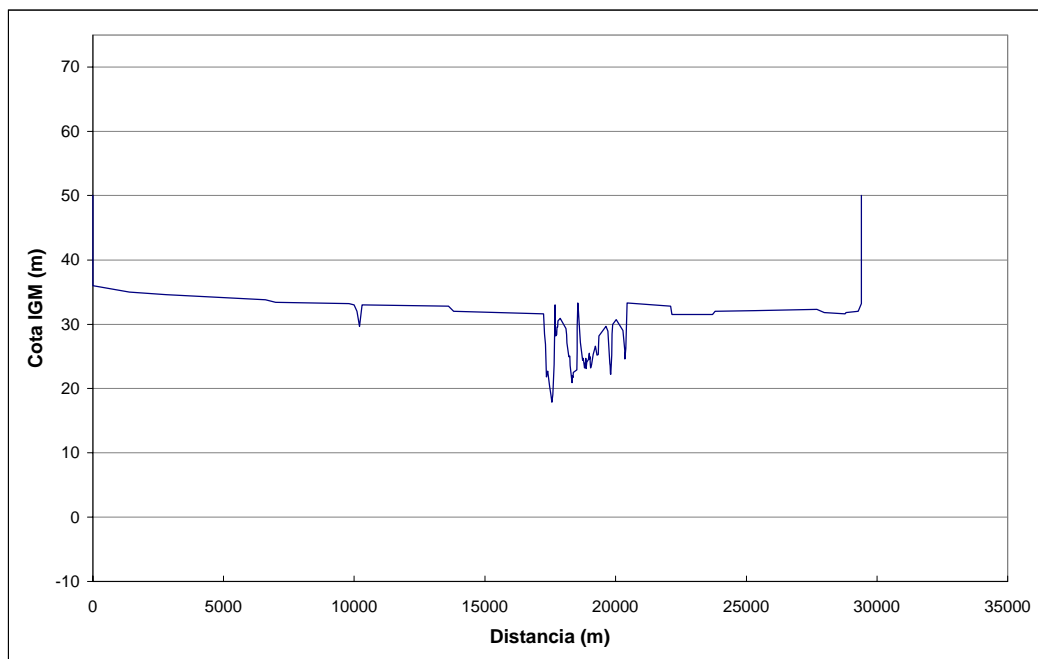
*RIO PARANÁ. Sección Las Cuevas - Km 423*



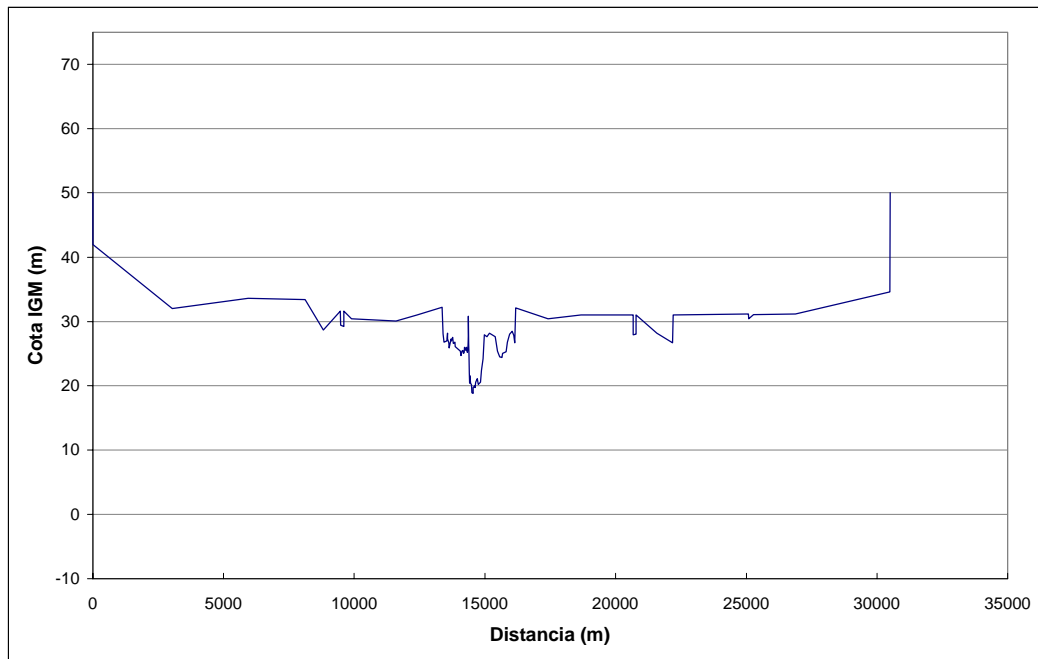
*RIO PARANÁ. Sección Pastoril - Km 446*



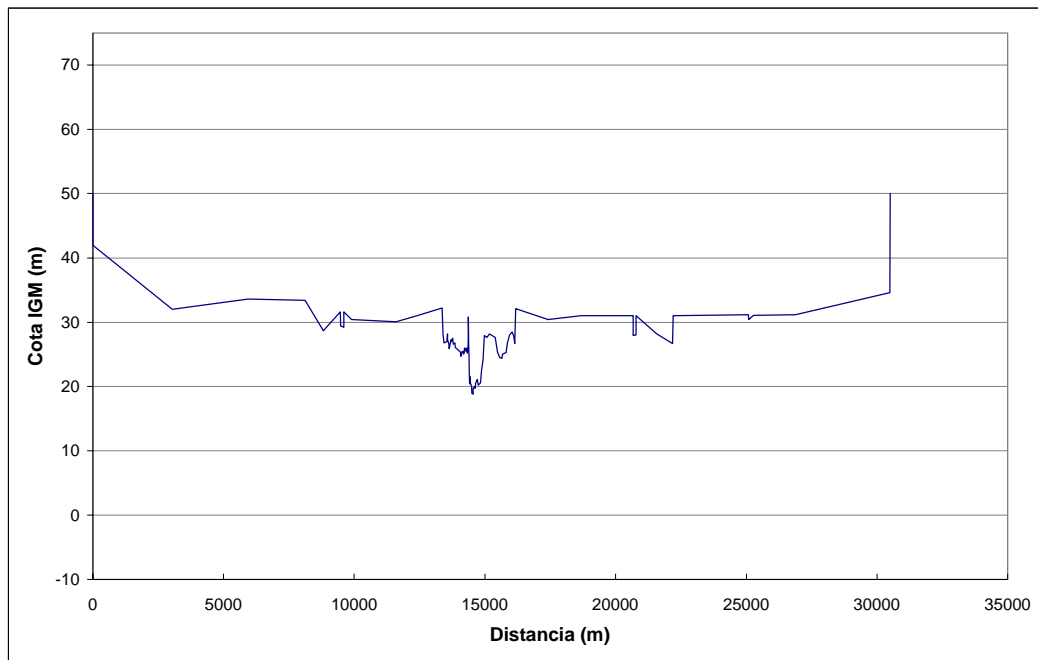
*RIO PARANÁ. Sección Lavelle - Km 461*



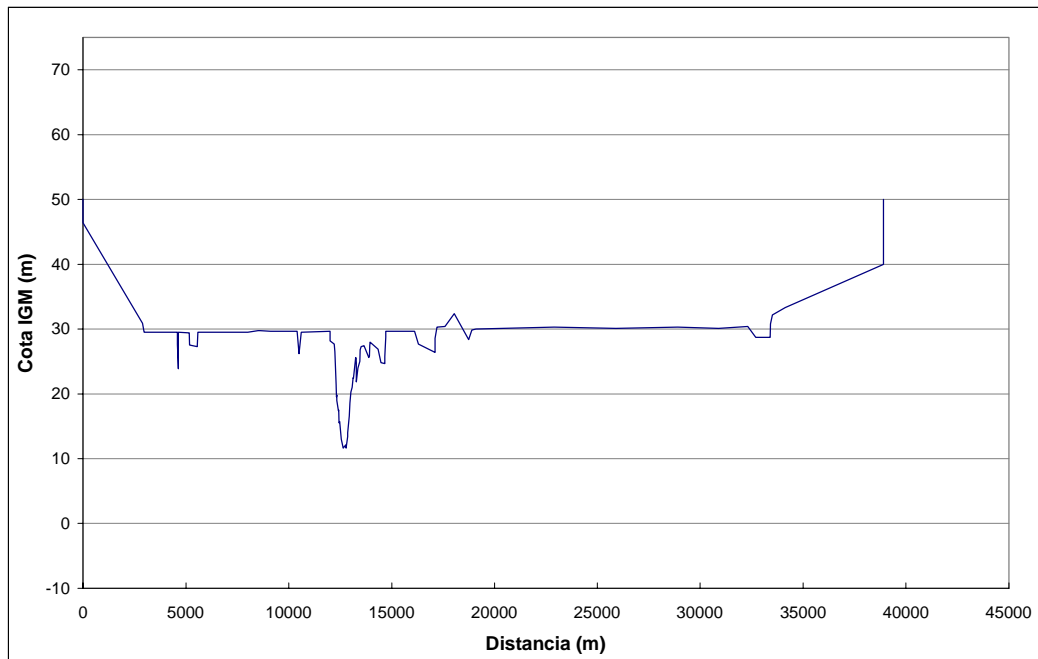
*RIO PARANÁ. Sección Goya - Km 482*



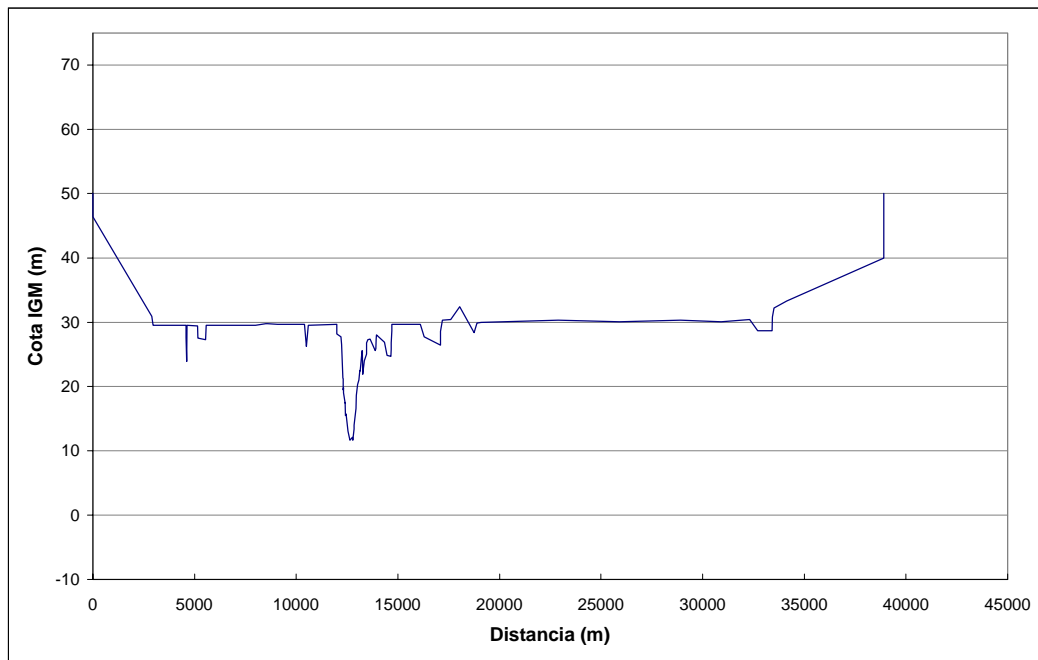
*RIO PARANÁ. Sección Recorey - Km 503*



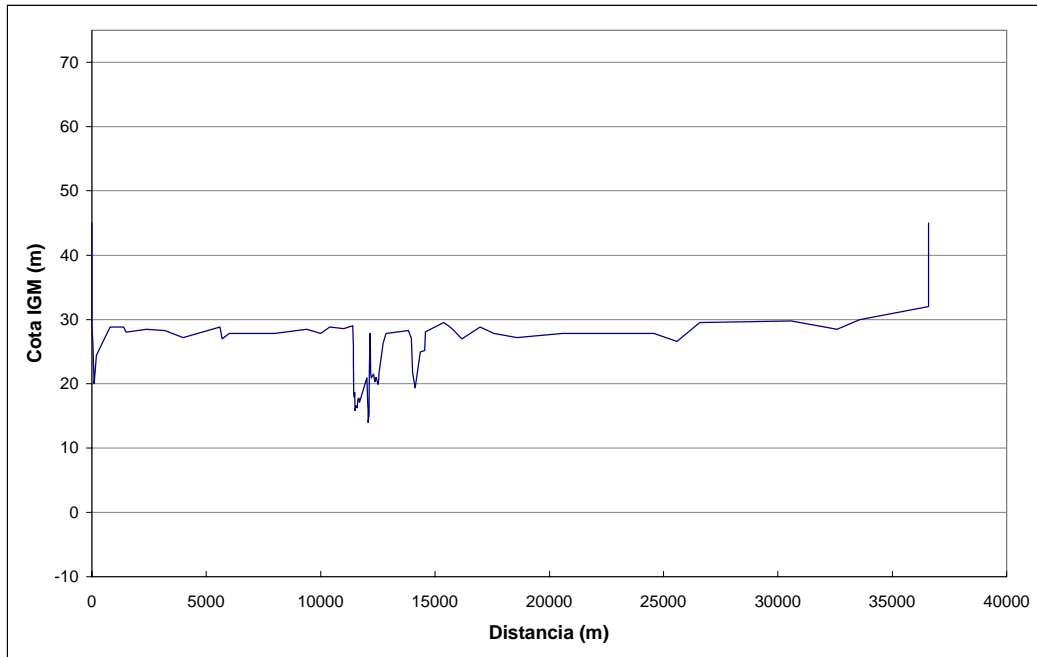
*RIO PARANÁ. Sección Reconquista - Km 506*



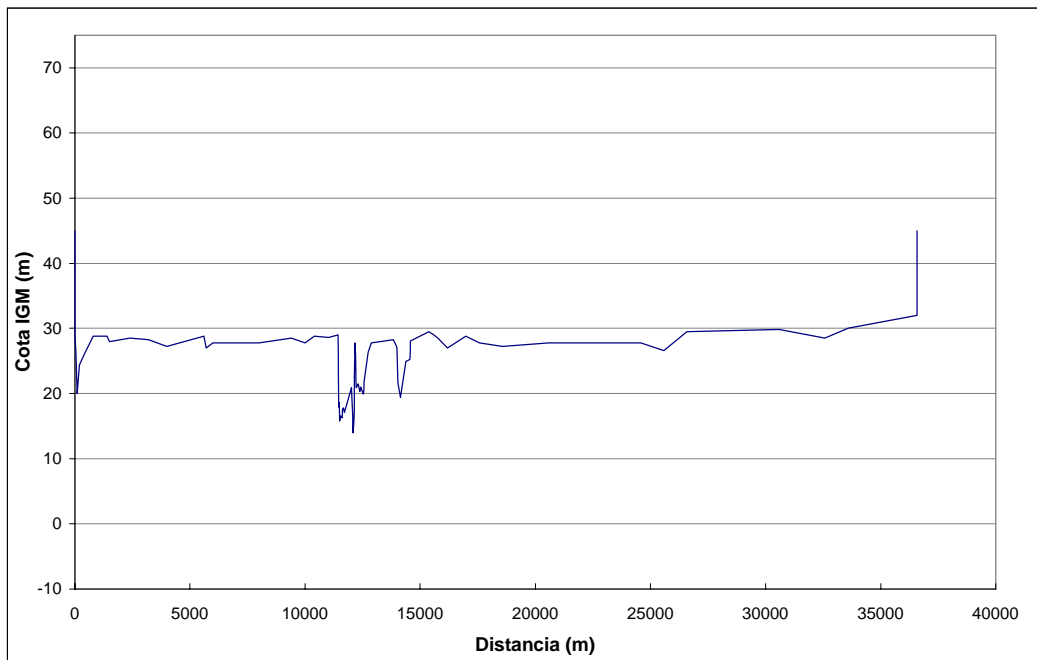
*RIO PARANÁ. Sección Lvpjrobl - Km 527*



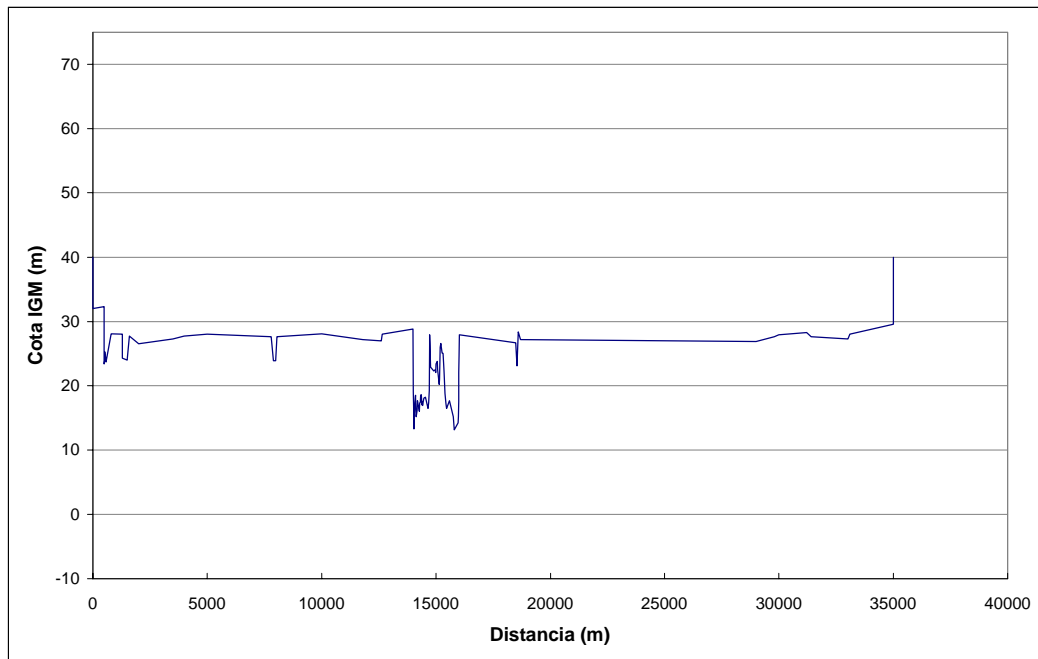
*RIO PARANÁ. Sección Los Vascos - Km 531*



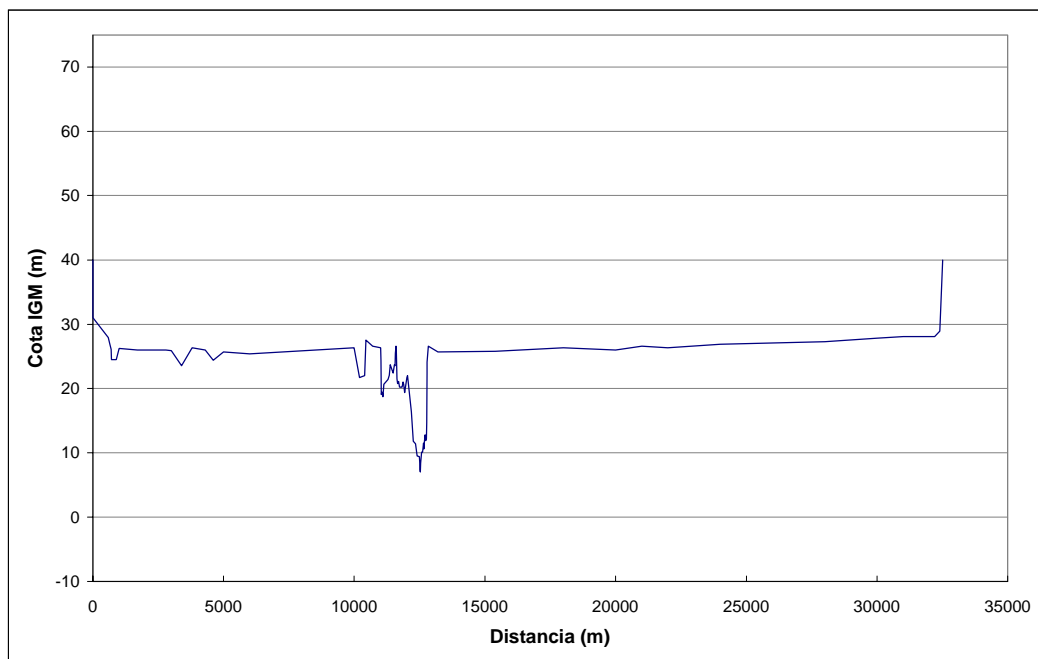
*RIO PARANÁ. Sección Ro-Malab - Km 537*



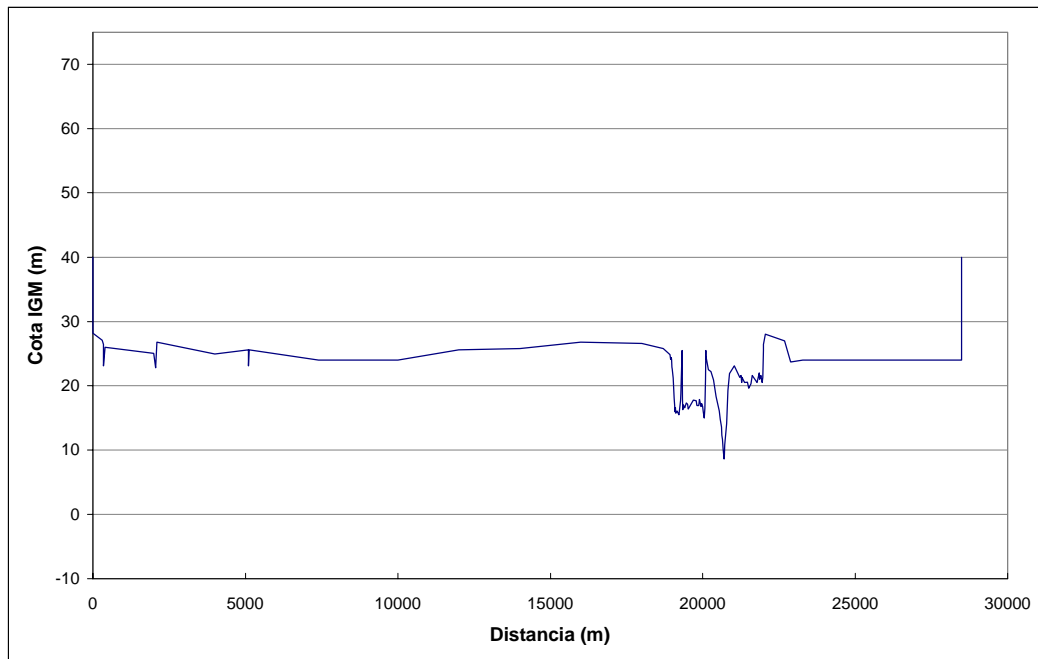
*RIO PARANÁ. Sección Romang - Km 542*



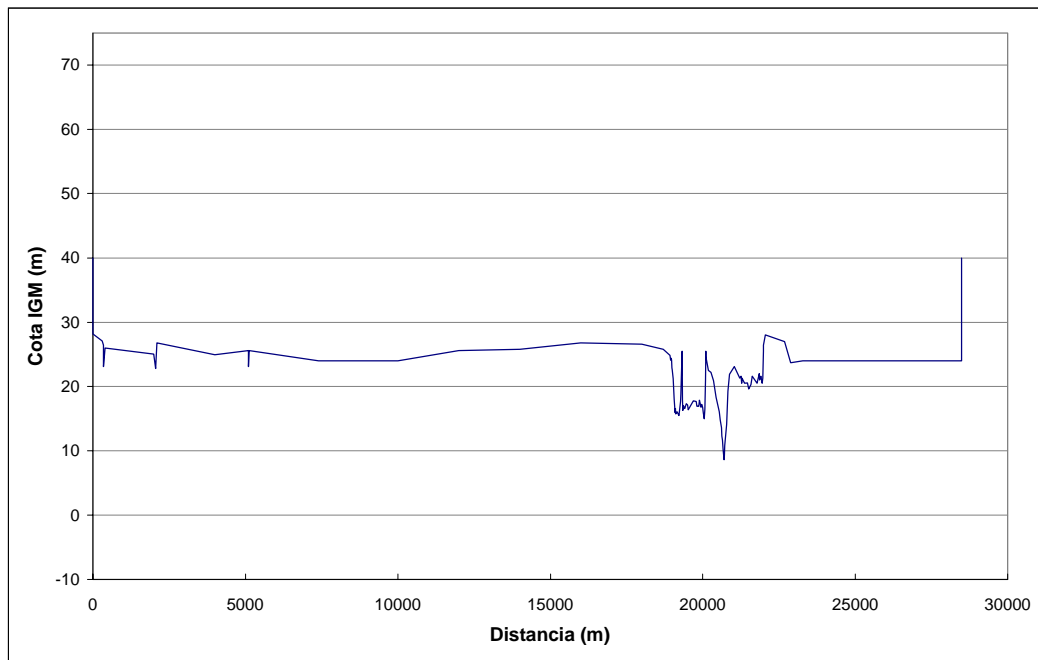
*RIO PARANÁ. Sección El Ceibo - Km 552*



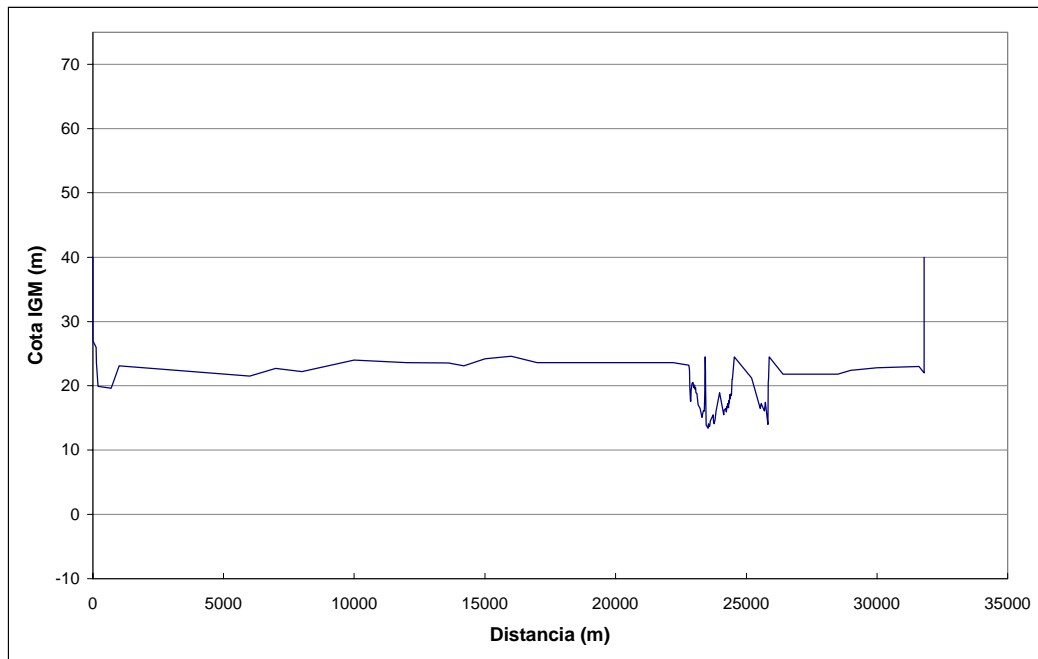
*RIO PARANÁ. Sección Machuca - Km 568*



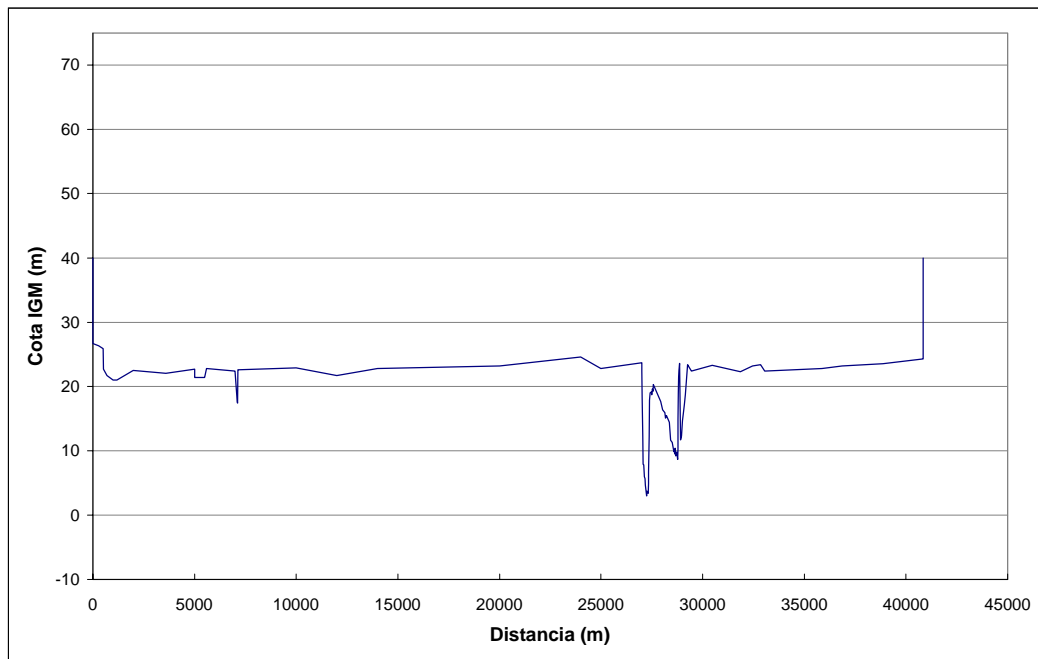
*RIO PARANÁ. Sección Es-Corri - Km 598*



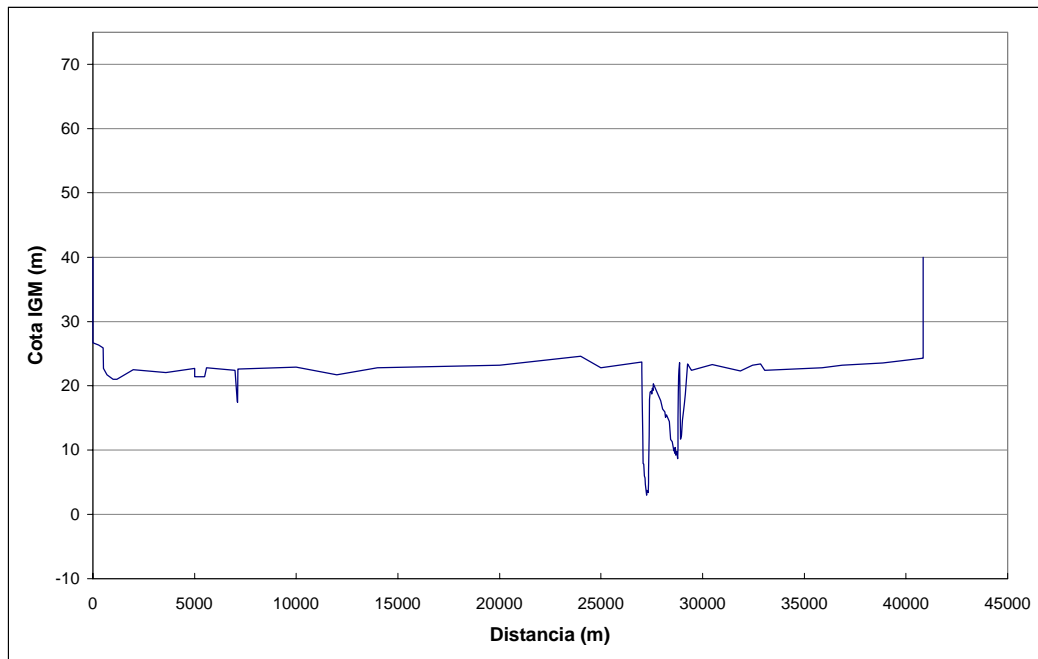
*RIO PARANÁ. Sección Esquina - Km 601*



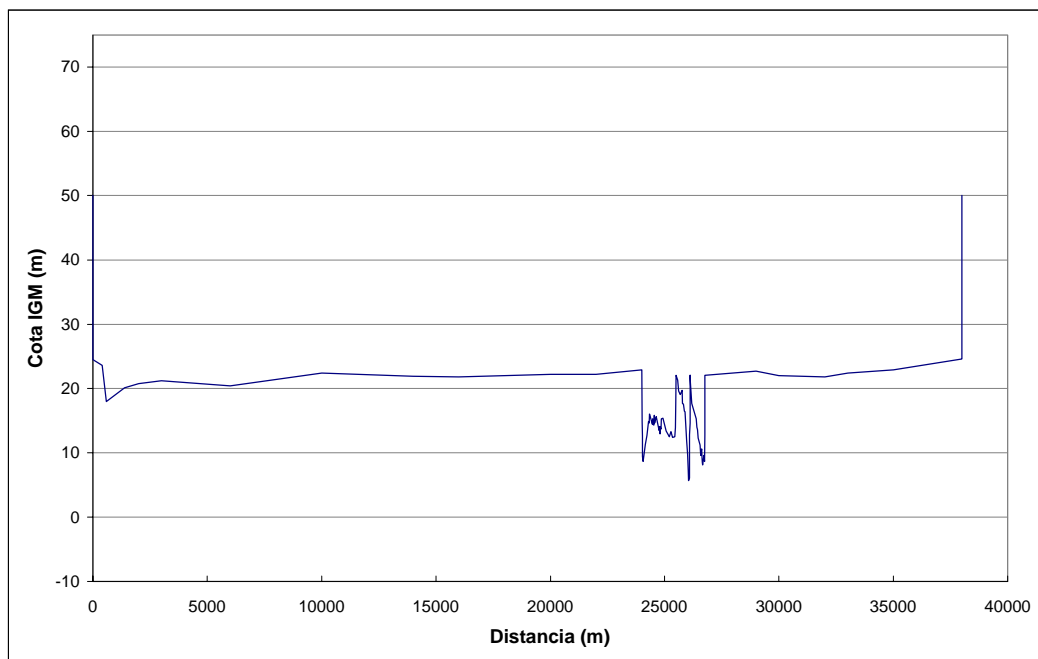
*RIO PARANÁ. Sección La Carlota - Km 625*



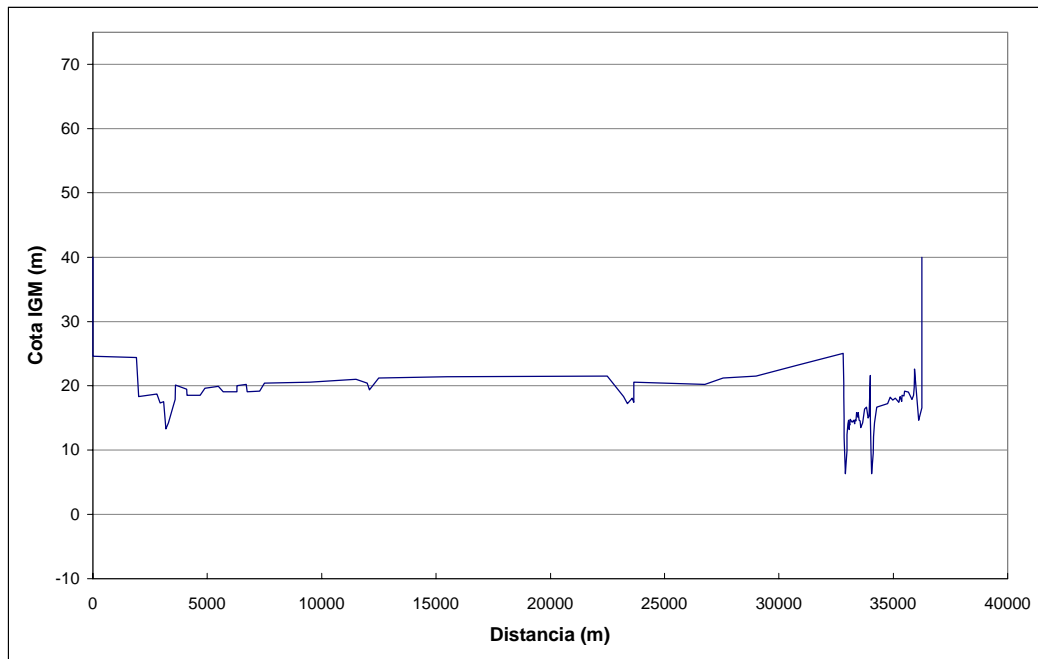
*RIO PARANÁ. Sección Gu-Guayq - Km 647*



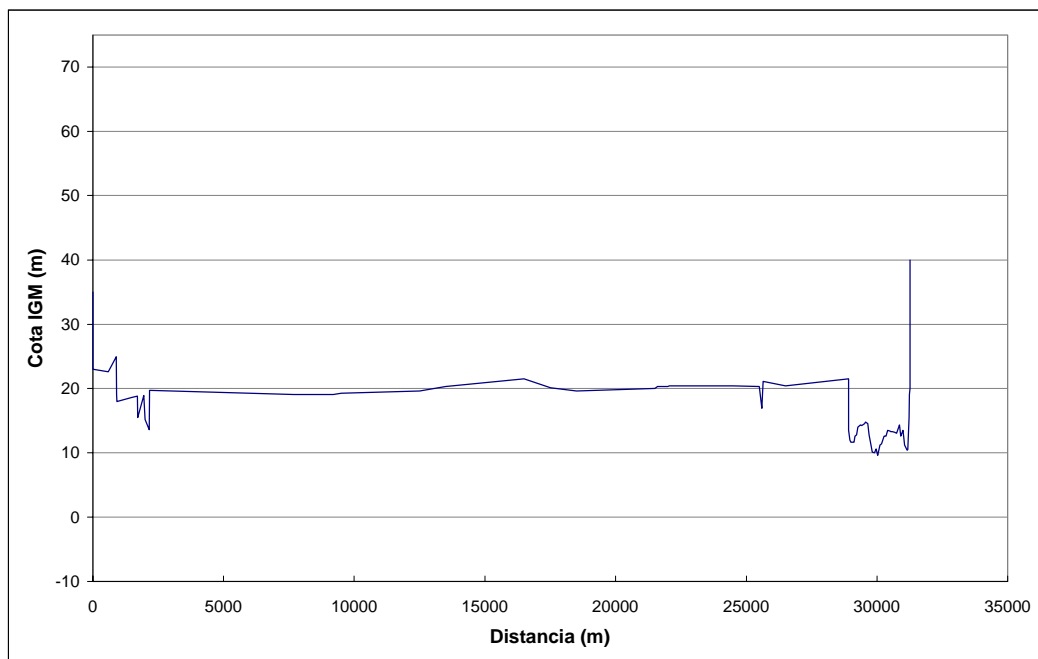
*RIO PARANÁ. Sección Guayquiraró - km 659*



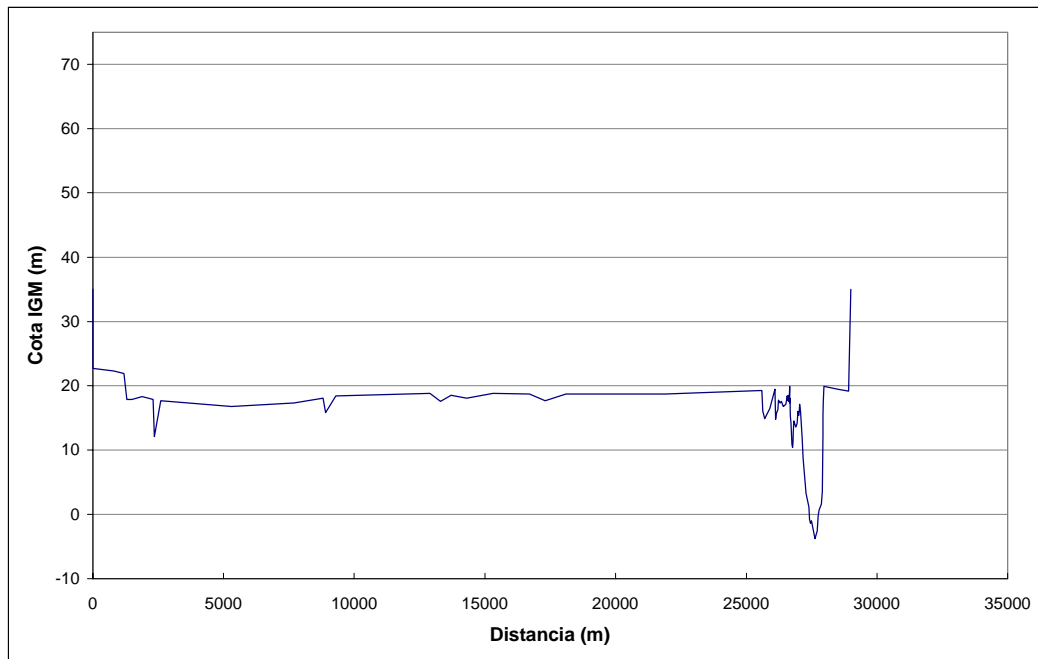
*RIO PARANÁ. Sección Santa Cruz - Km 661*



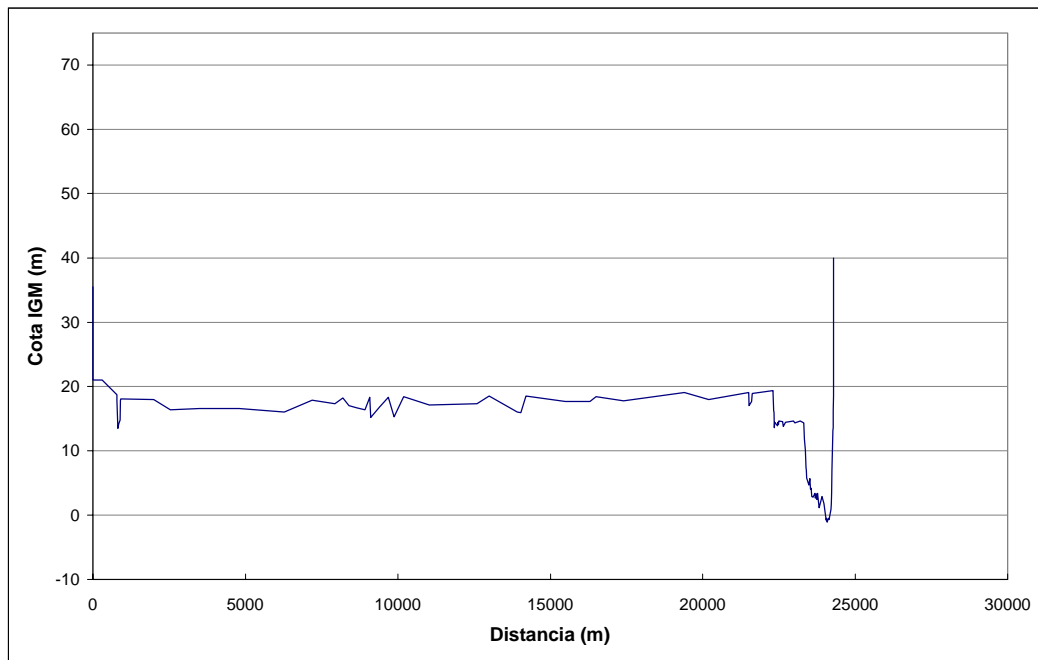
*RIO PARANÁ. Sección San Javier - Km 679*



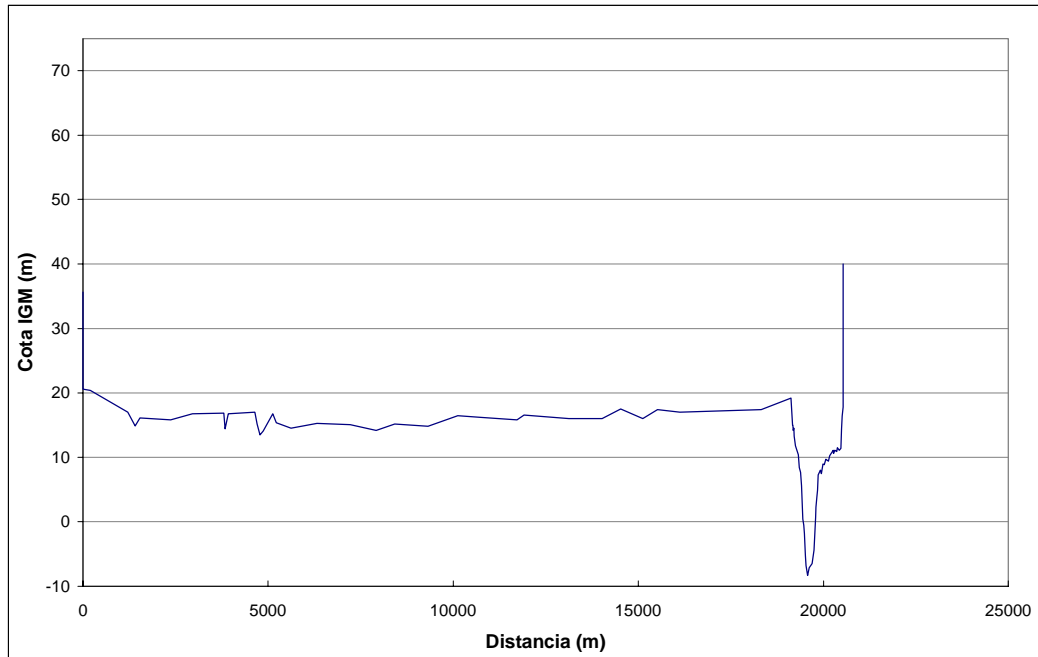
*RIO PARANÁ. Sección La Paz - Km 697*



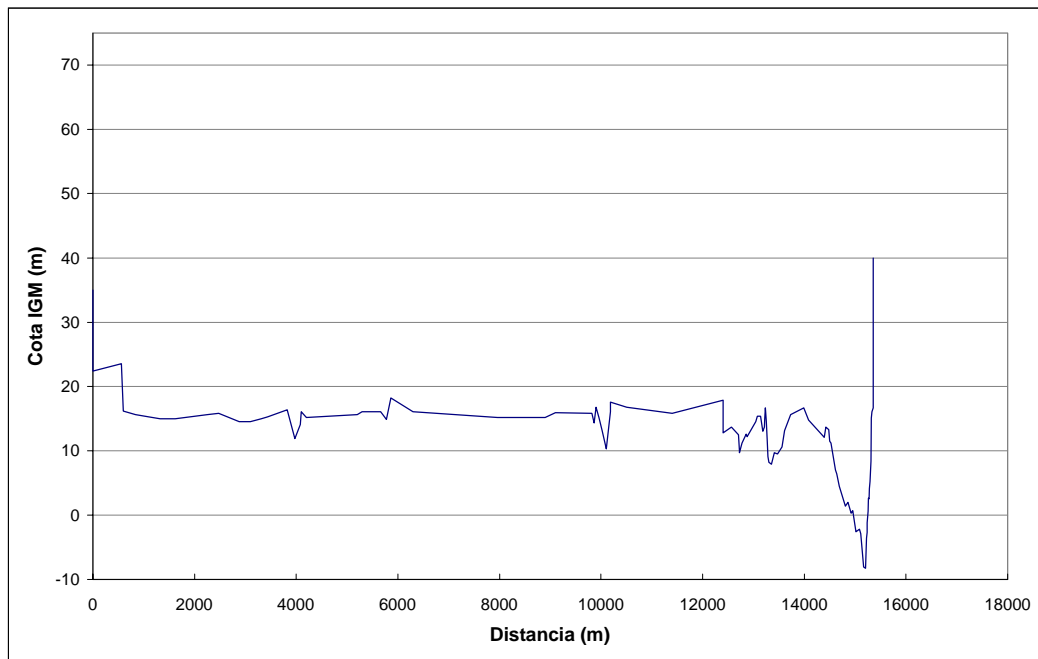
*RIO PARANÁ. Sección San Joaquín - Km 716*



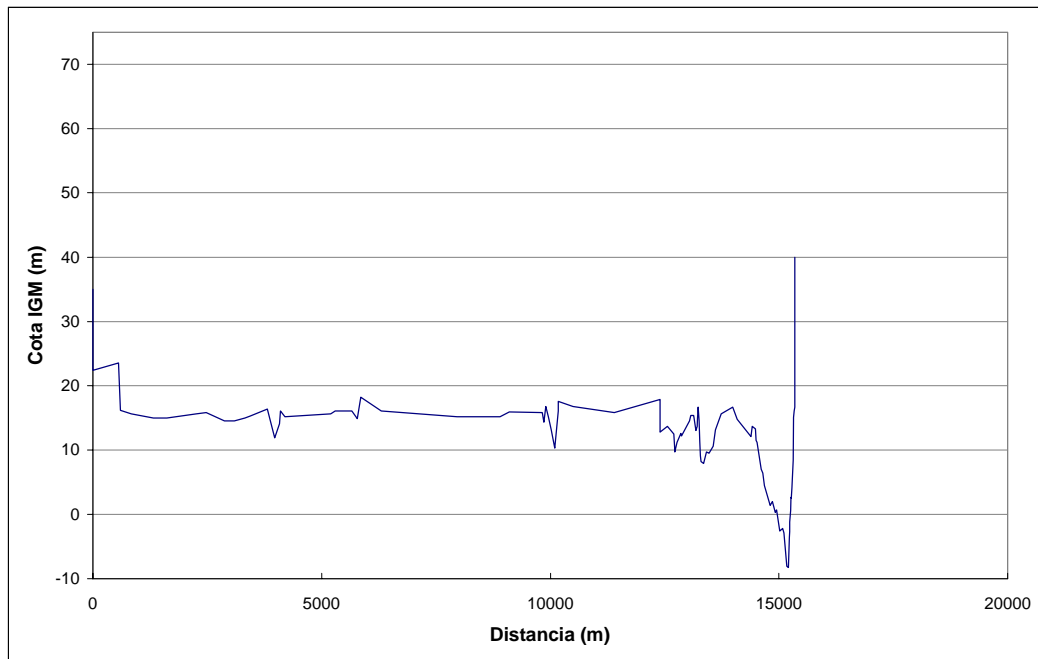
*RIO PARANÁ. Sección Santa Elena - Km 725*



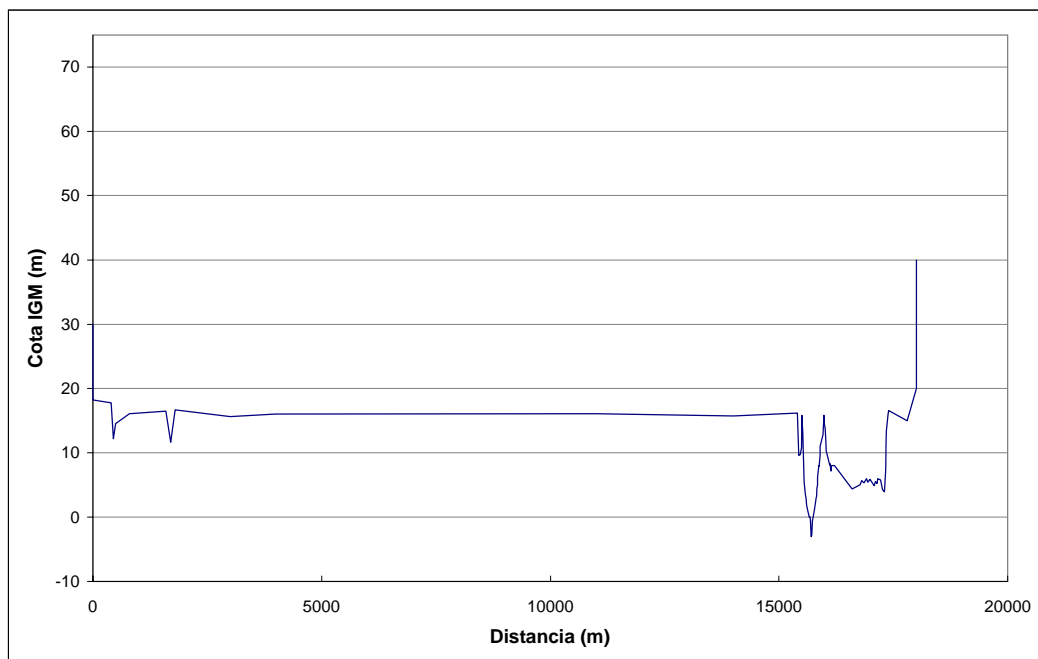
*RIO PARANÁ. Sección El Laurel - Km 740*



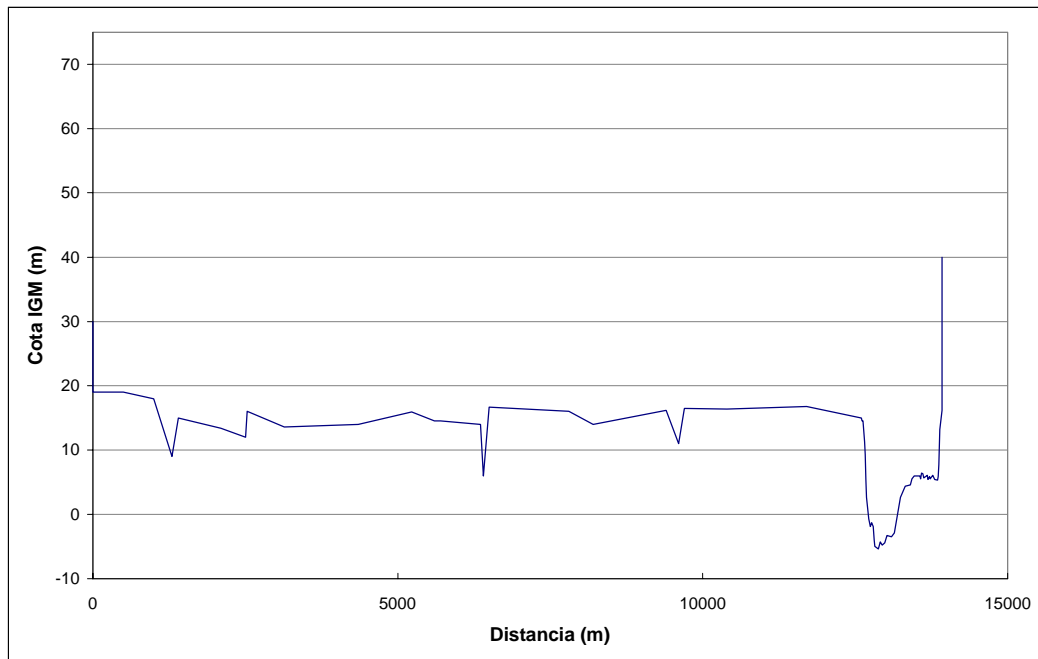
*RIO PARANÁ. Sección Her-Feliciano - Km 754*



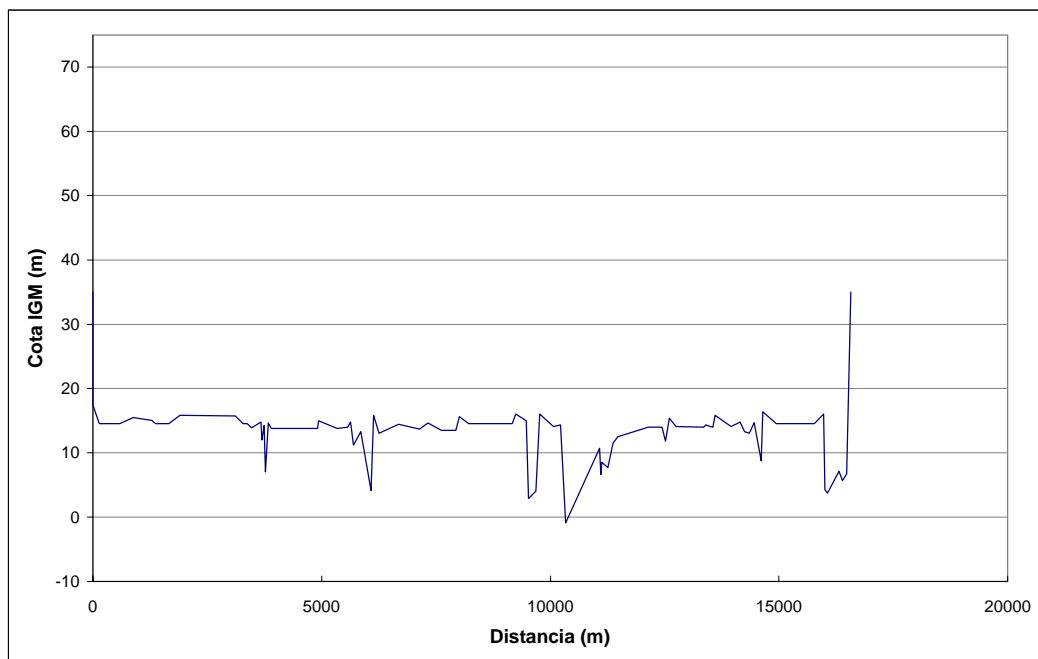
*RIO PARANÁ. Sección Hernandarias - Km 765*



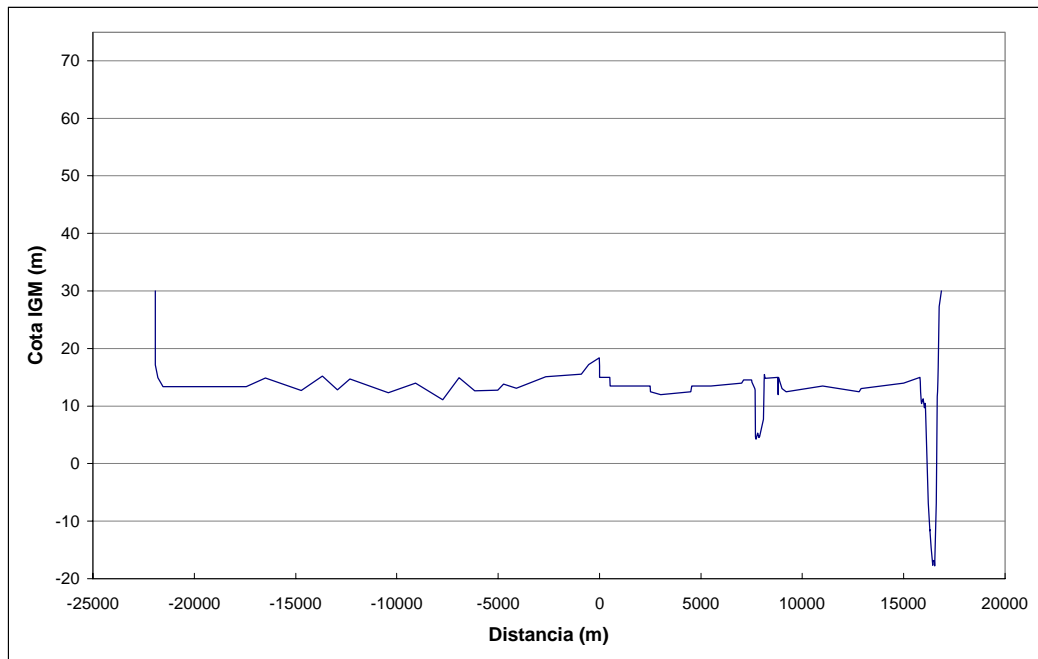
*RIO PARANÁ. Sección Brugo - Km 788*



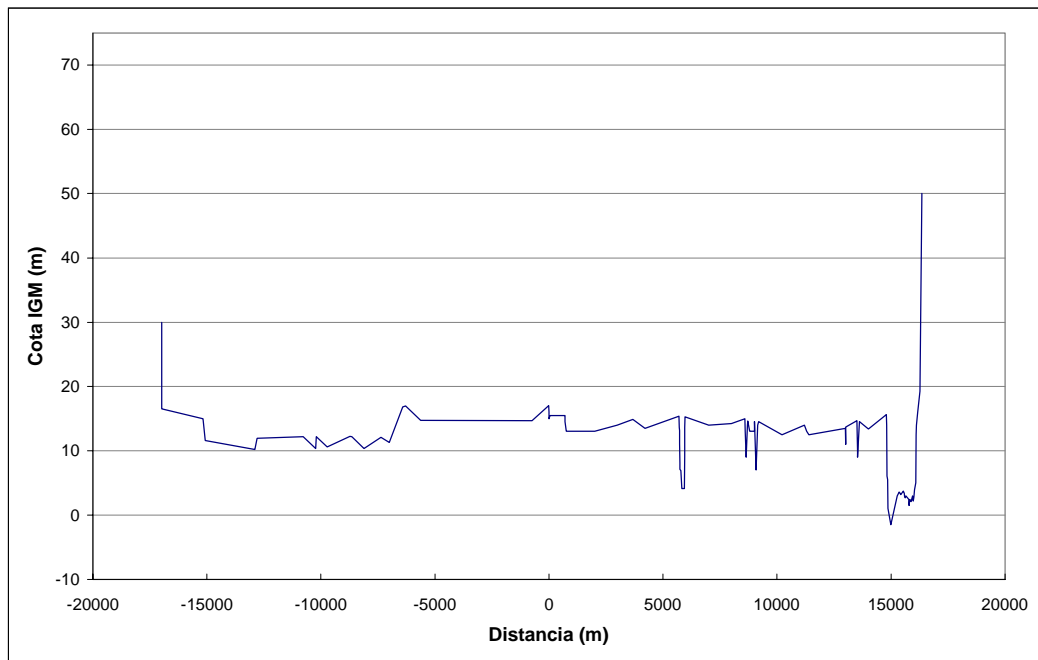
*RIO PARANÁ. Sección Curtiembre - Km 799*



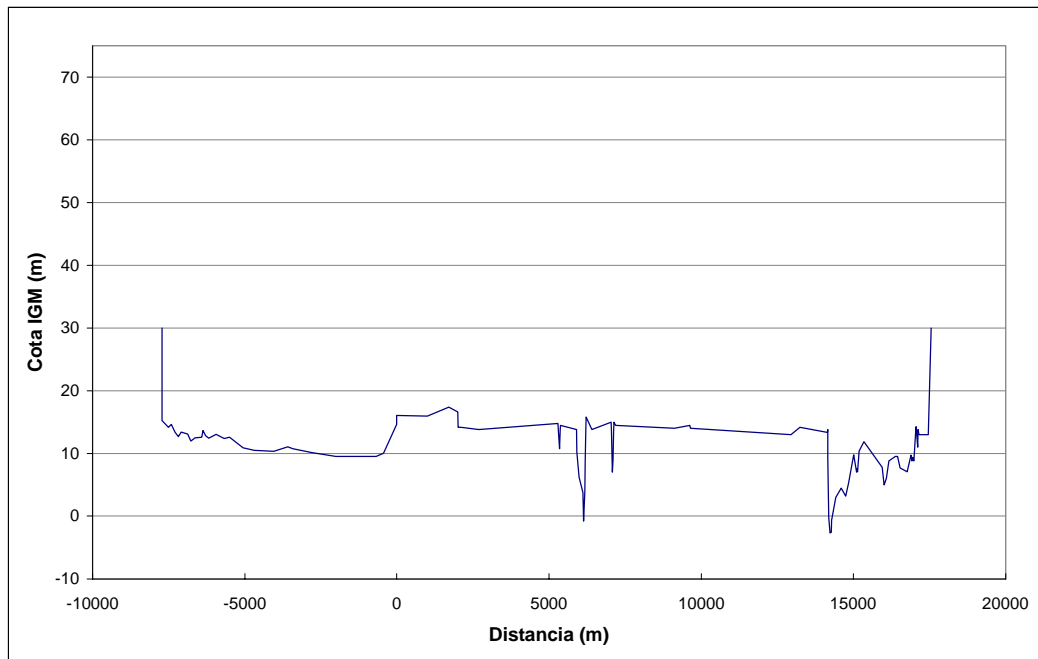
*RIO PARANÁ. Sección Chapetón - Km 817*



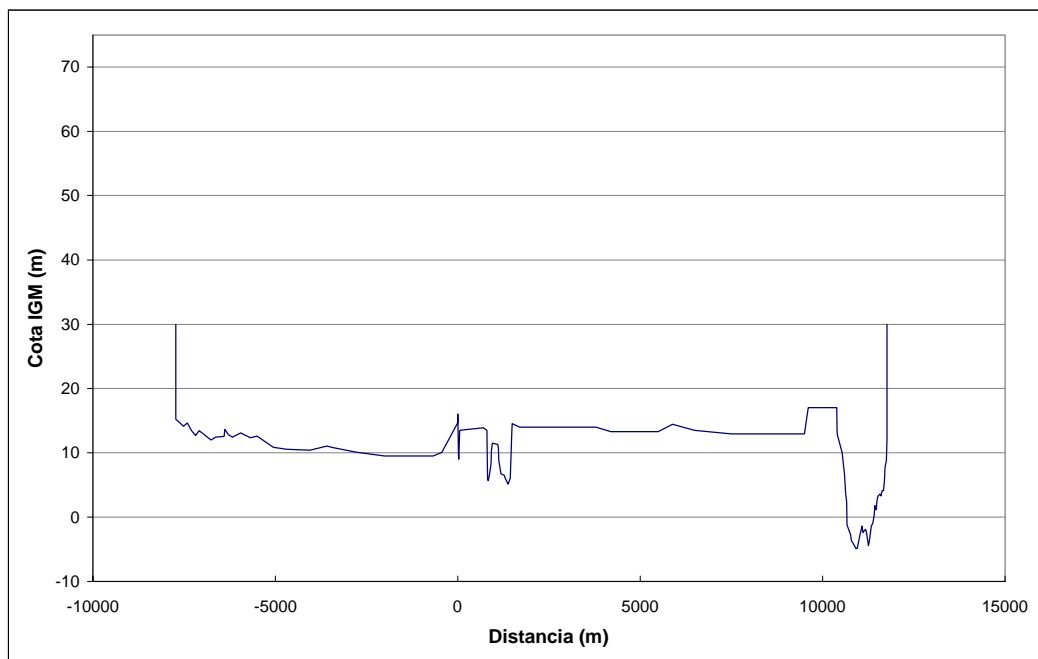
*RIO PARANÁ. Sección Puerto Celina - Km 826*



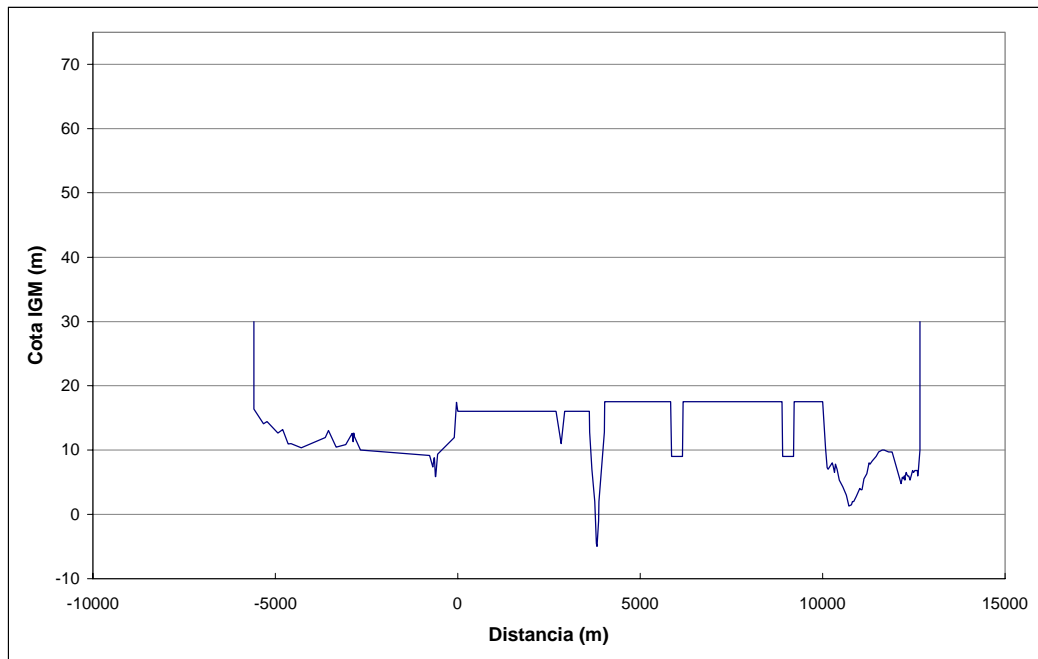
*RIO PARANÁ. Sección Villa Urquiza - Km 836*



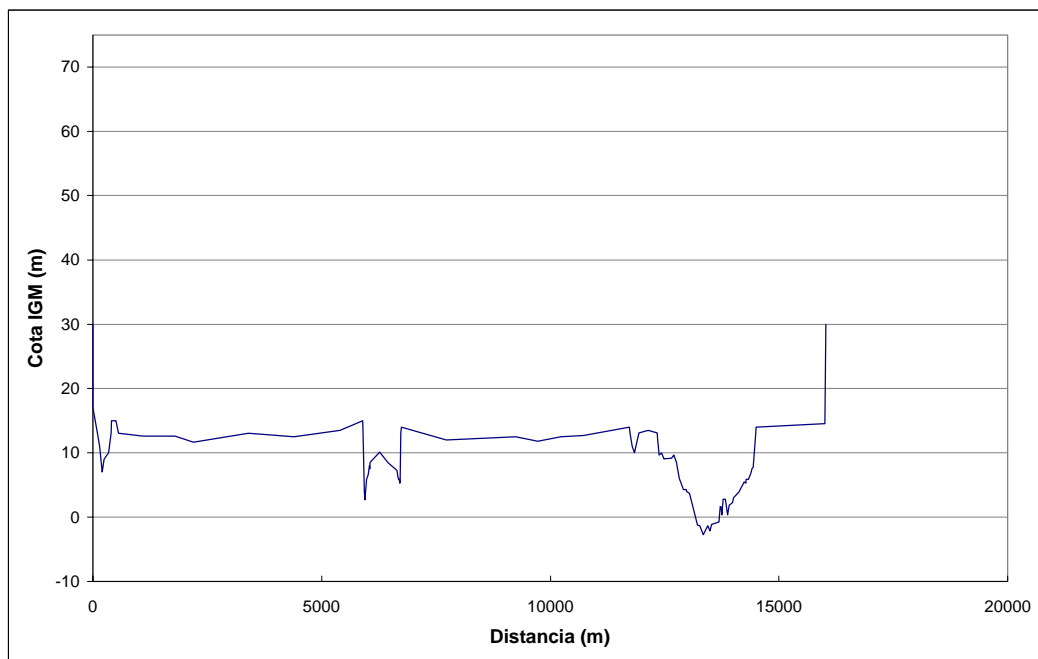
*RIO PARANÁ. Sección Isla Vacía - Km 844*



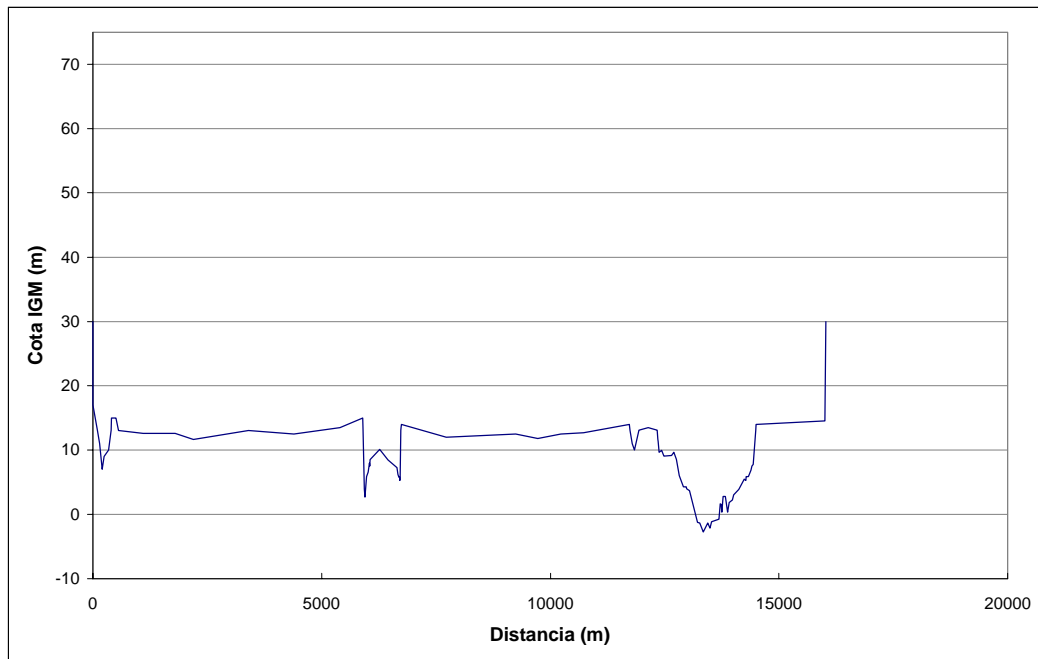
*RIO PARANÁ. Sección Túnel - Km 851*



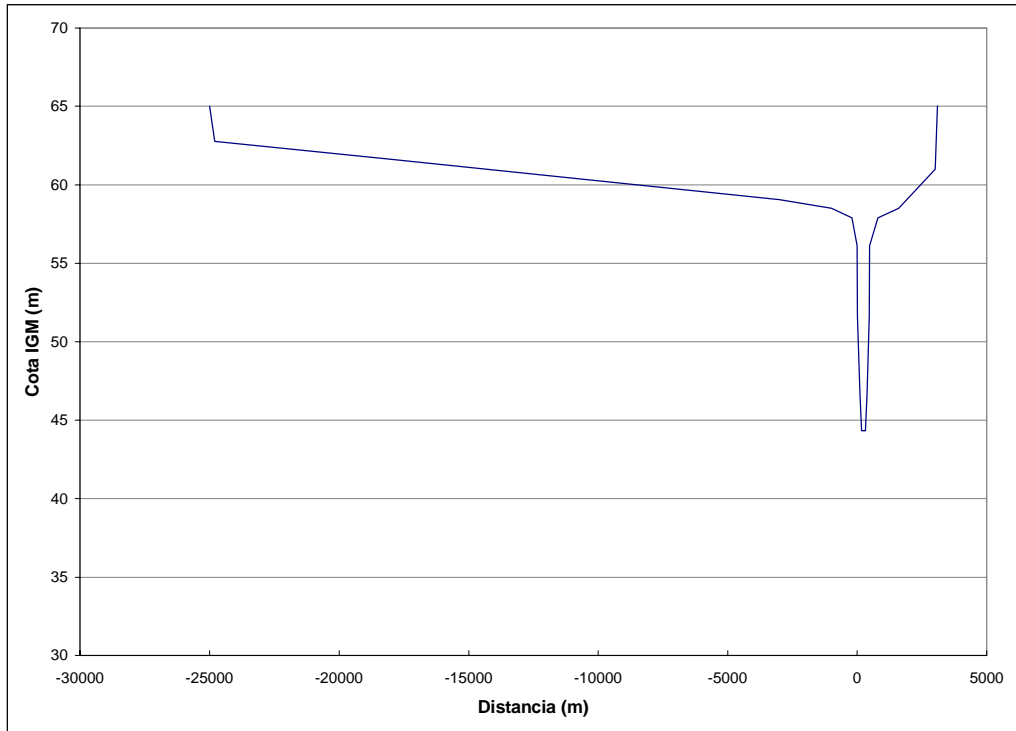
*RIO PARANÁ. Sección Isla-Pue - Km 852*



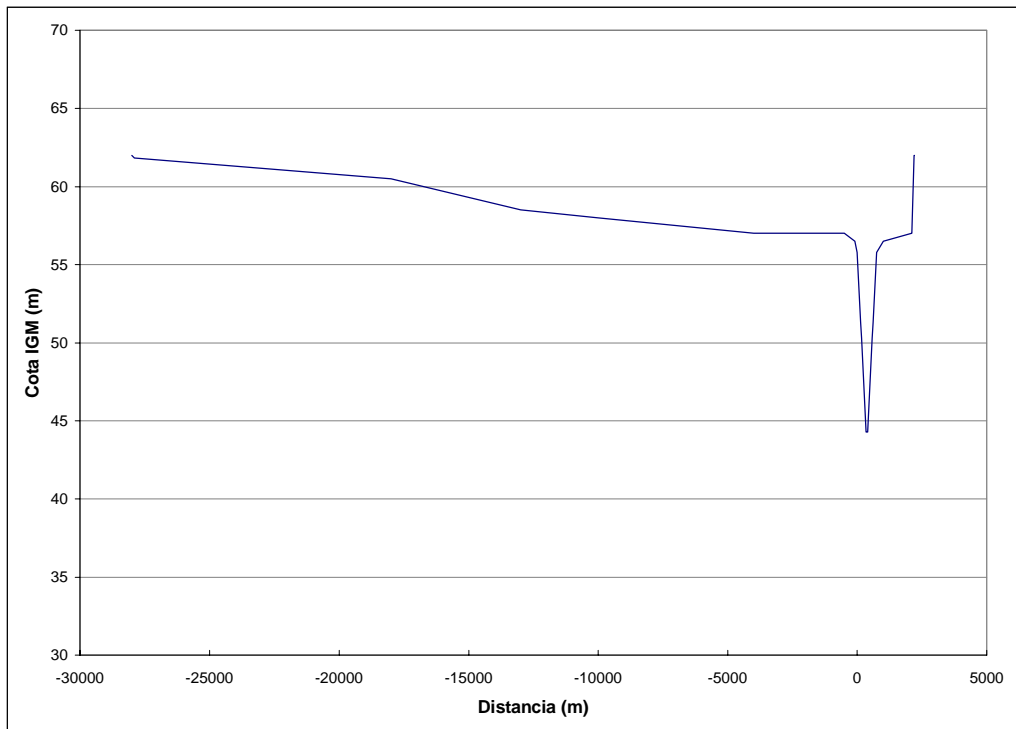
*RIO PARANÁ. Sección Bajada Salado - Km 857*



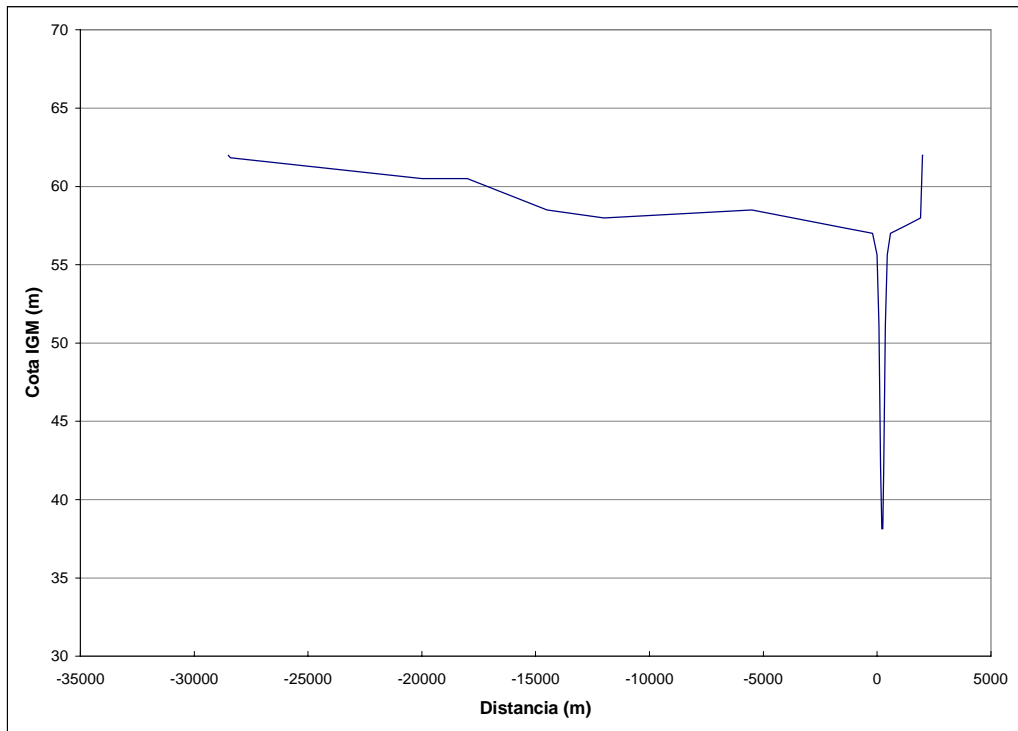
*RIO PARANÁ. Sección Bajada Grande - Km 859*



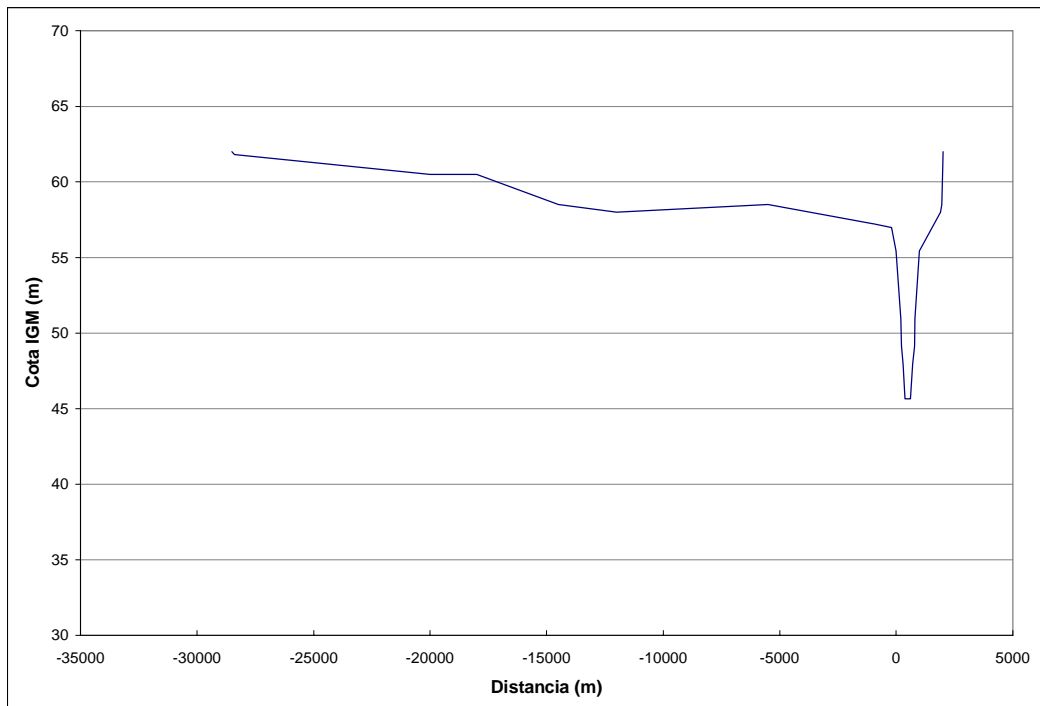
*RIO PARAGUAY. Sección Puerto Pilcomayo (Pg81) - Km 0*



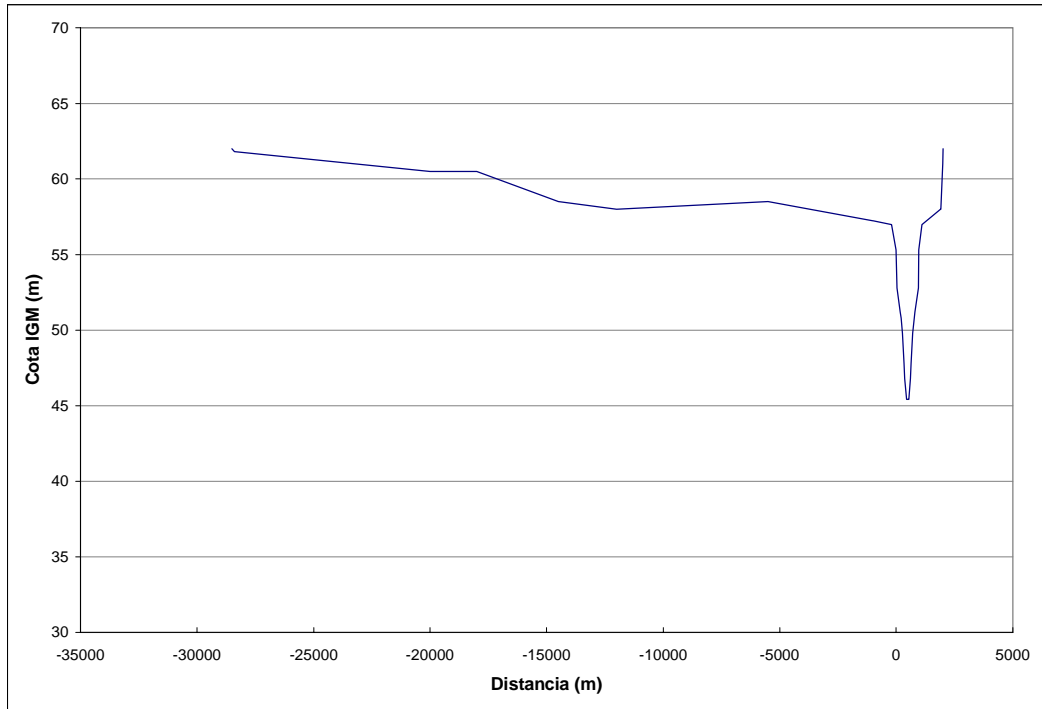
*RIO PARAGUAY. Sección Pg79 - Km 18*



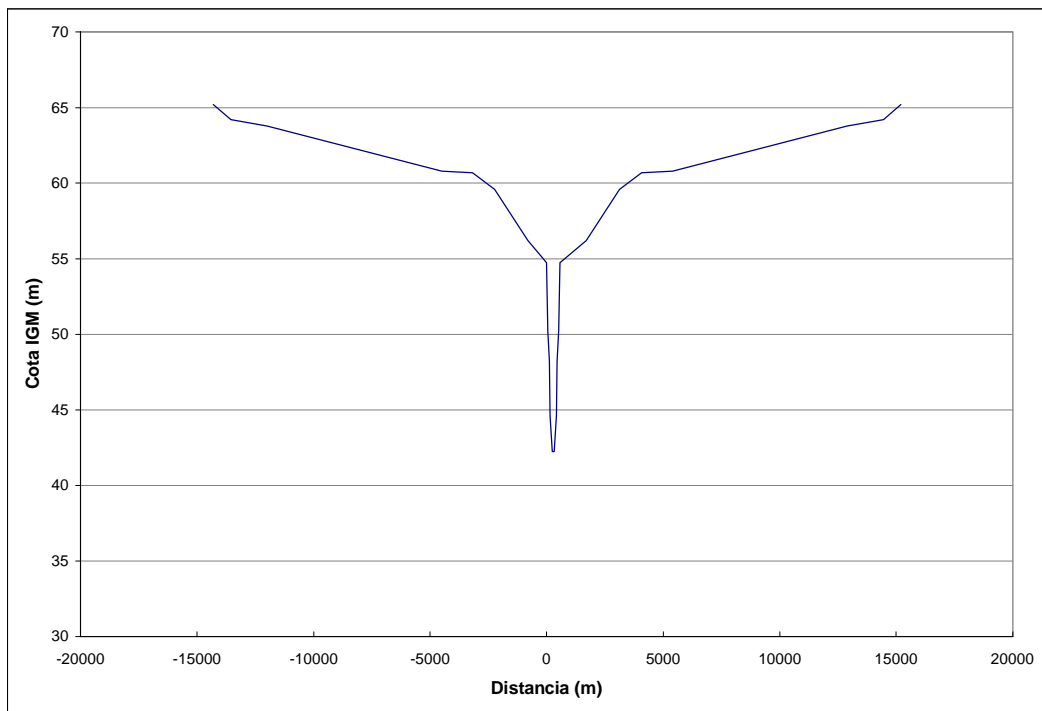
*RIO PARAGUAY. Sección Pg78 - Km 20*



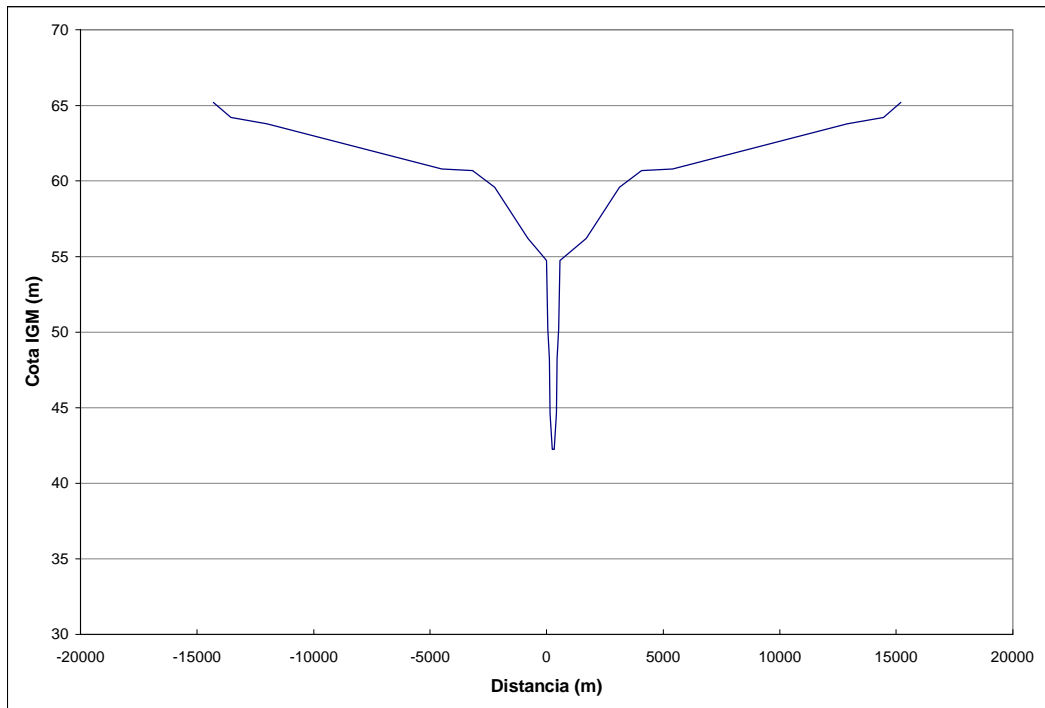
*RIO PARAGUAY. Sección Pg77 - Km 32*



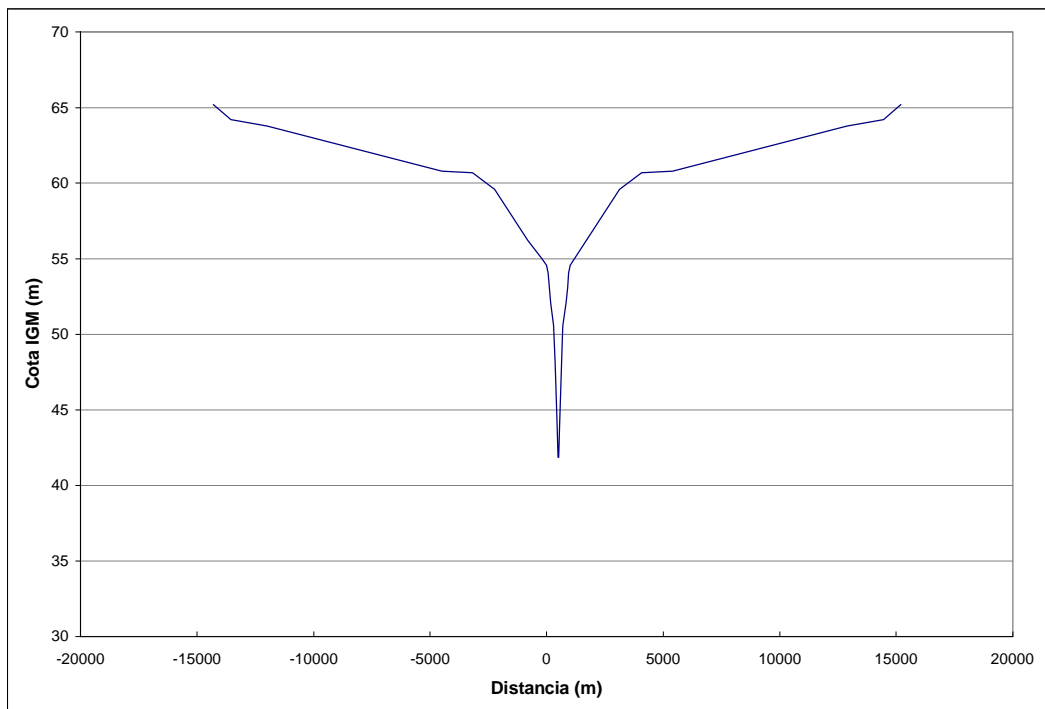
*RIO PARAGUAY. Sección Pg76 - Km 36*



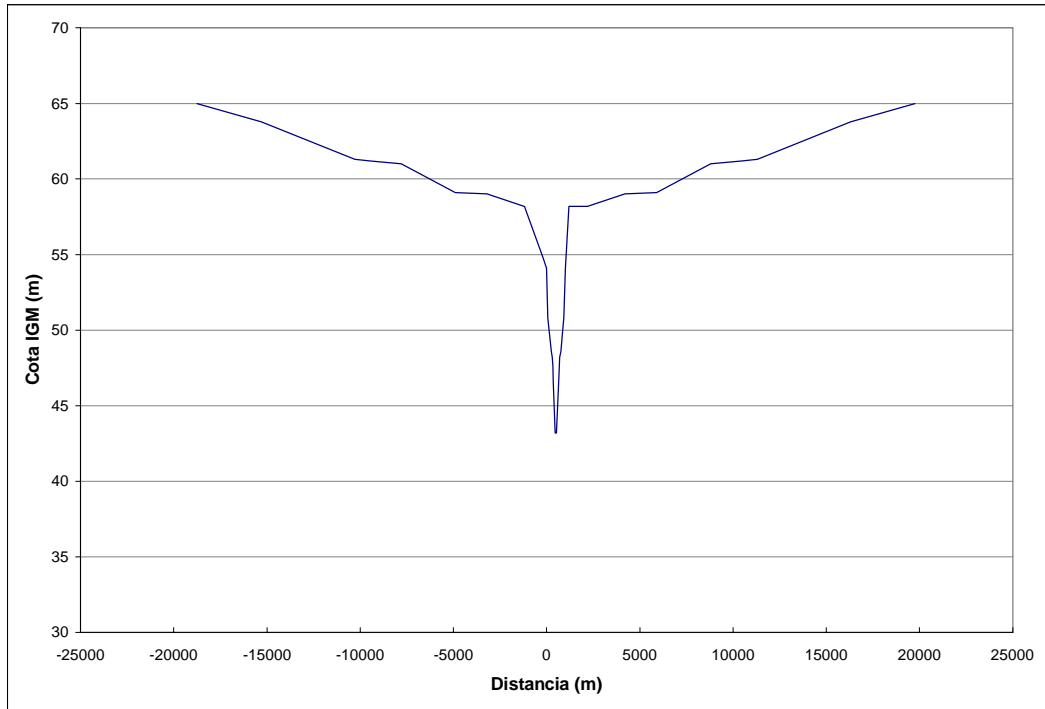
*RIO PARAGUAY. Sección Pg75 - Km 47*



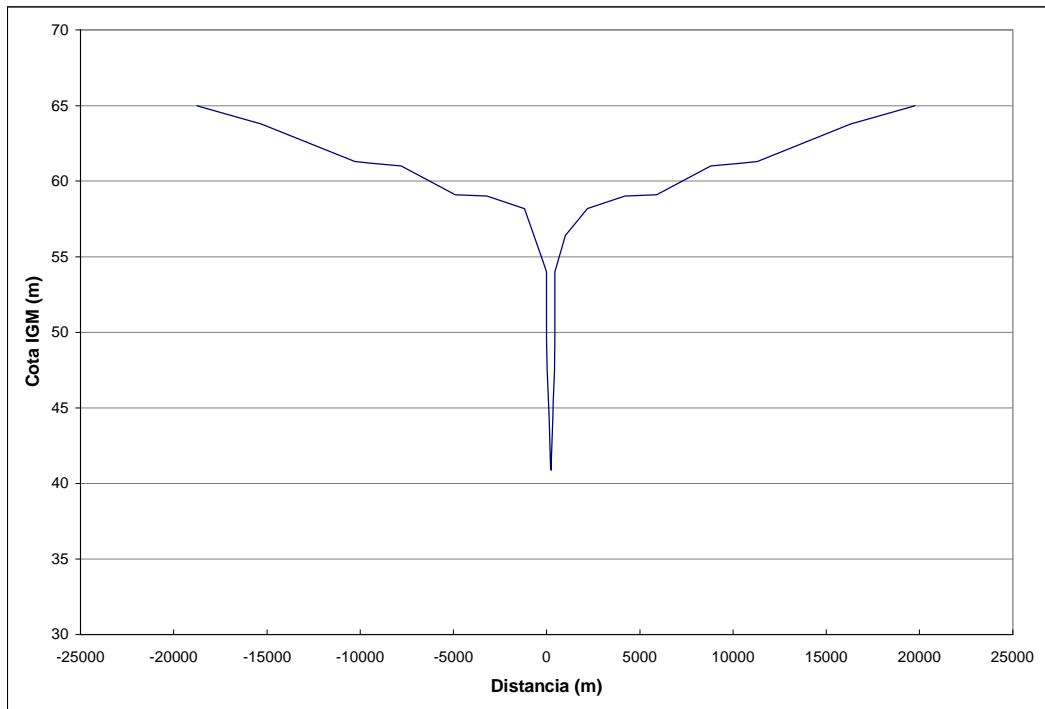
*RIO PARAGUAY. Sección Pg73 - Km 60*



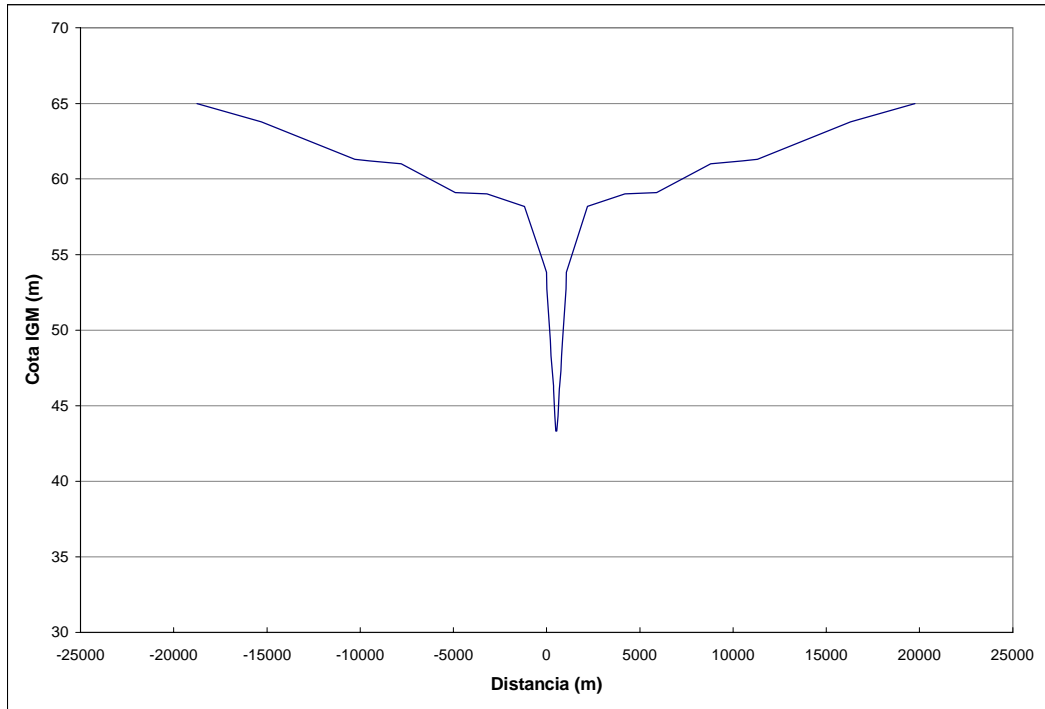
*RIO PARAGUAY. Sección Pg72 - Km 65*



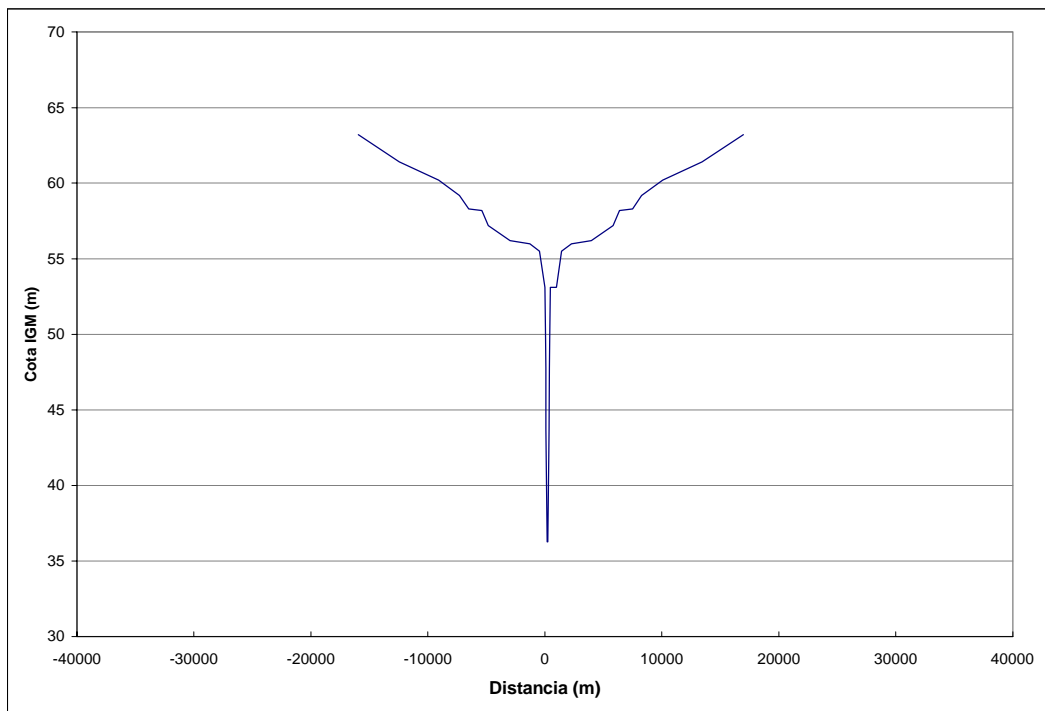
*RIO PARAGUAY. Sección Pg70 - Km 70*



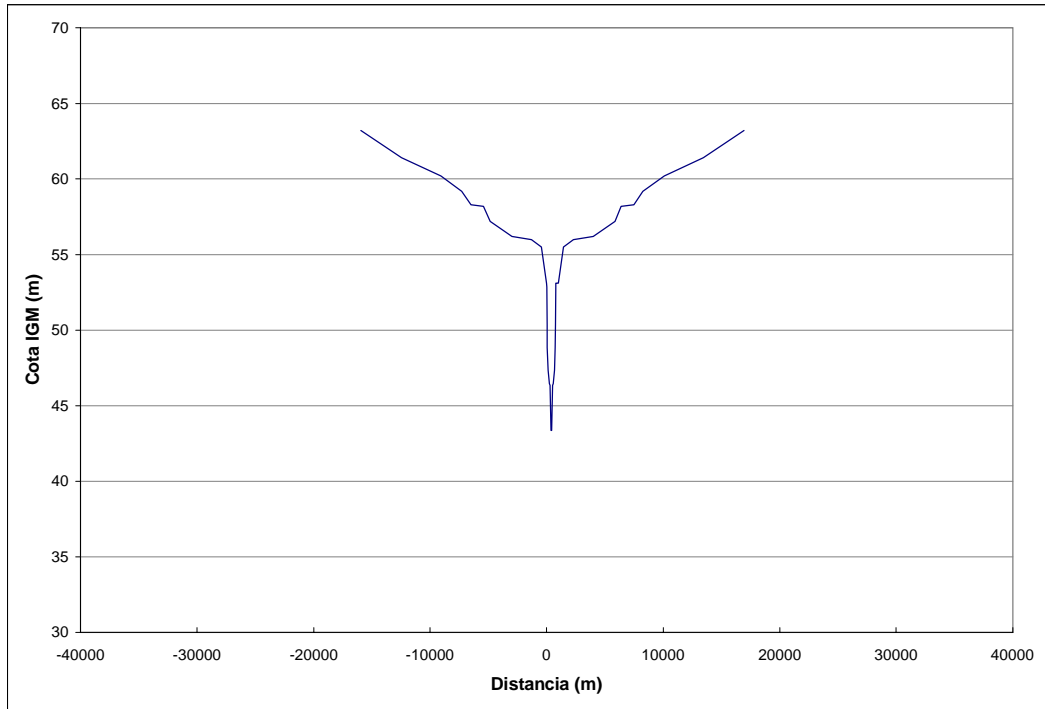
*RIO PARAGUAY. Sección Pg69 - Km 73*



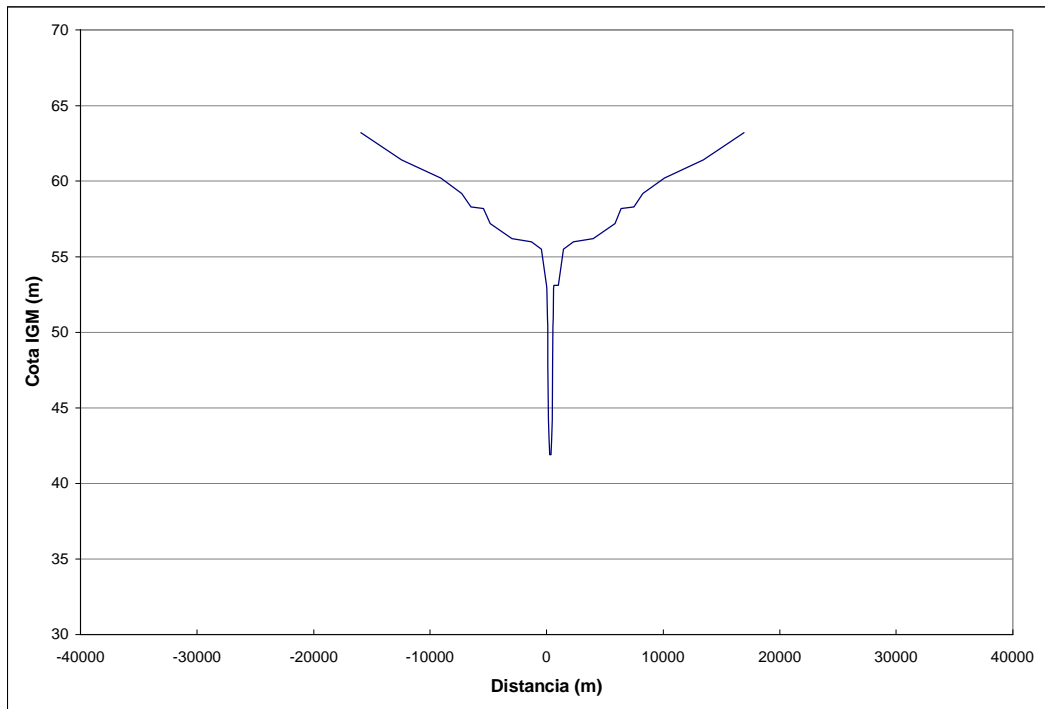
*RIO PARAGUAY. Sección Pg68 - Km 84*



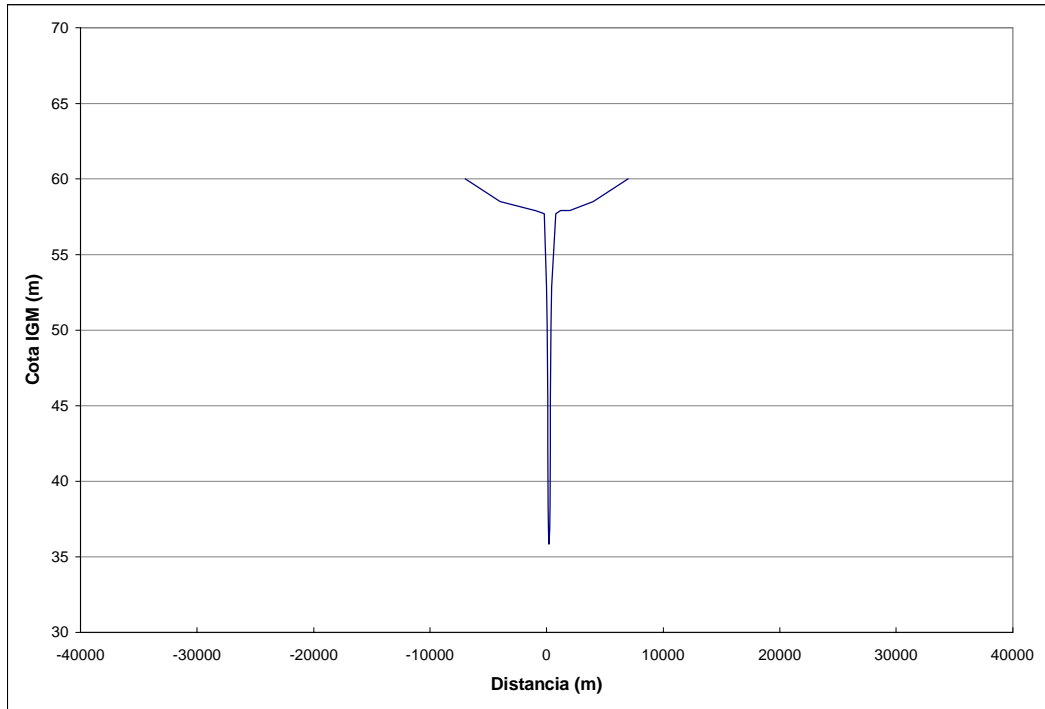
*RIO PARAGUAY. Sección Pg67 - Km 91*



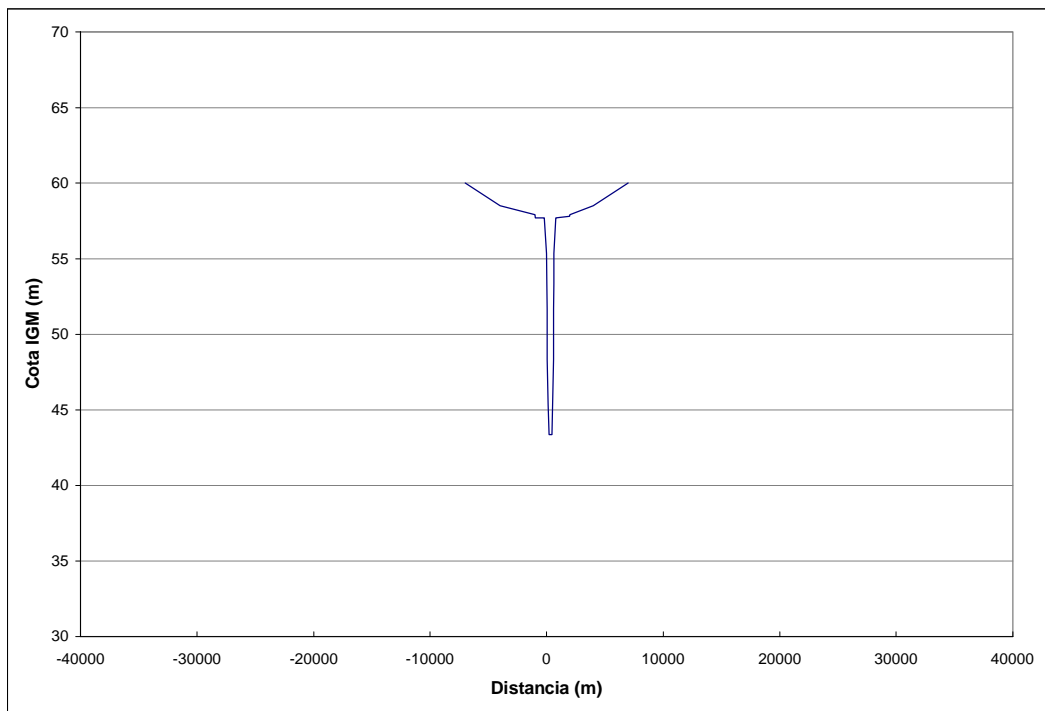
*RIO PARAGUAY. Sección Pg66 - Km 97*



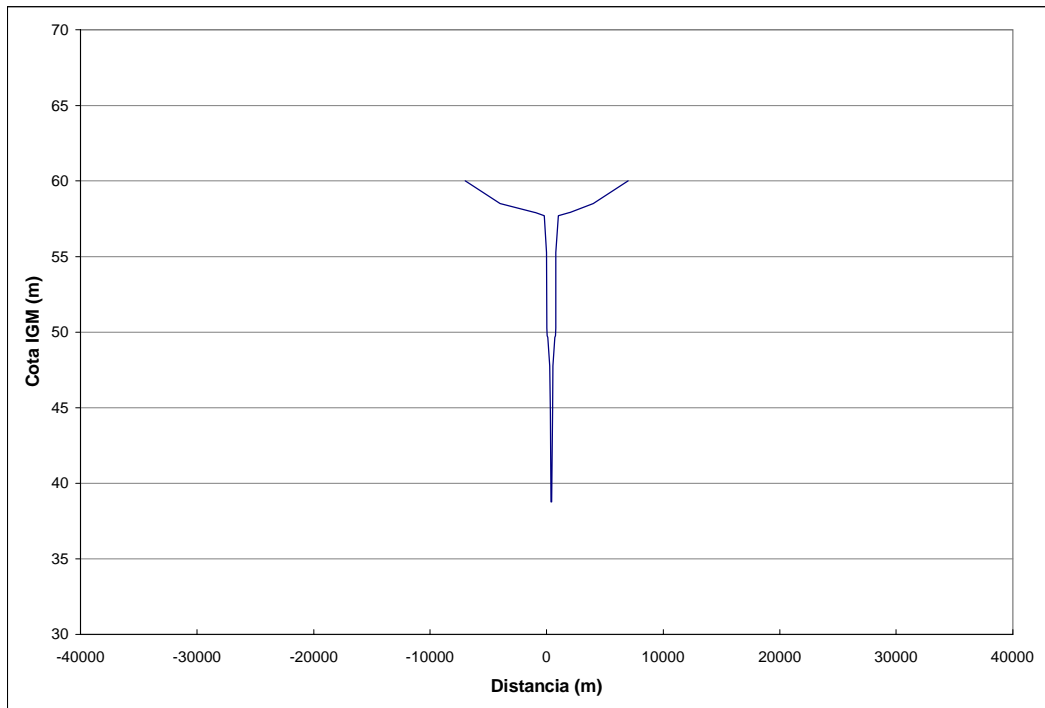
*RIO PARAGUAY. Sección Pg65 - Km 104*



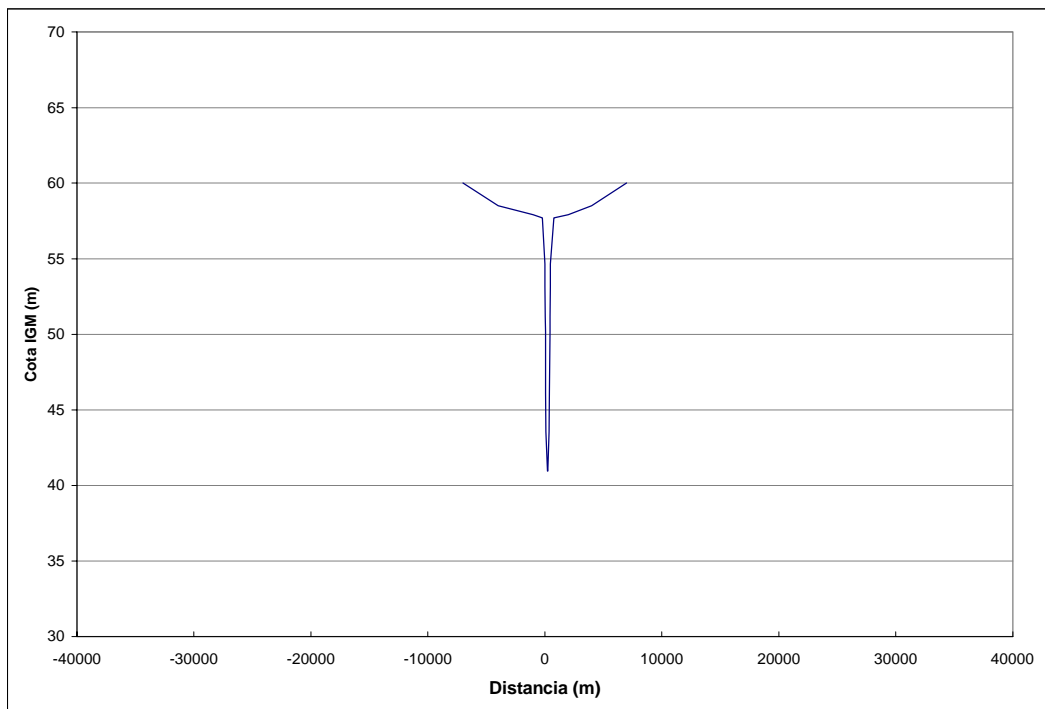
*RIO PARAGUAY. Sección Pg64 - Km 107*



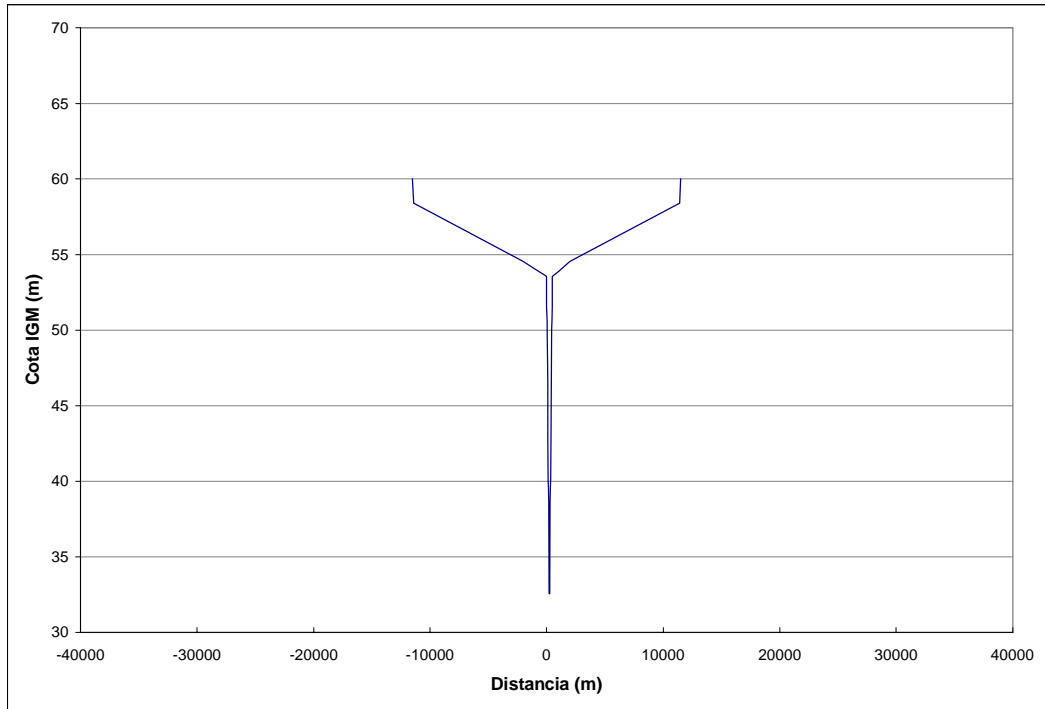
*RIO PARAGUAY. Sección Pg63 - Km 110*



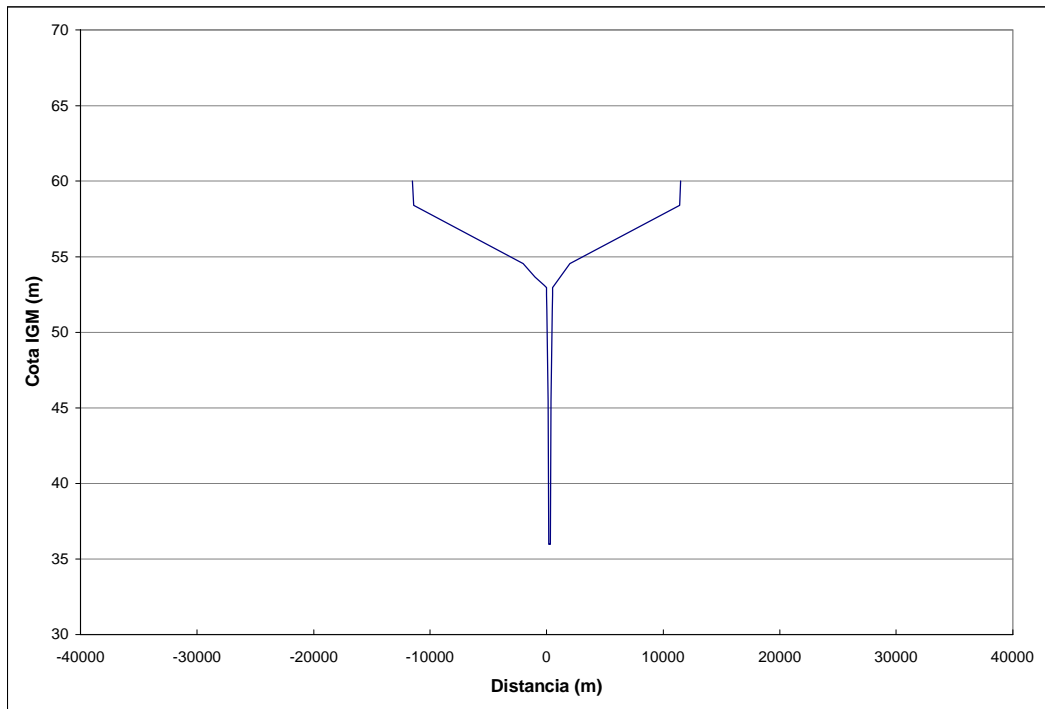
*RIO PARAGUAY. Sección Pg62 - Km 114*



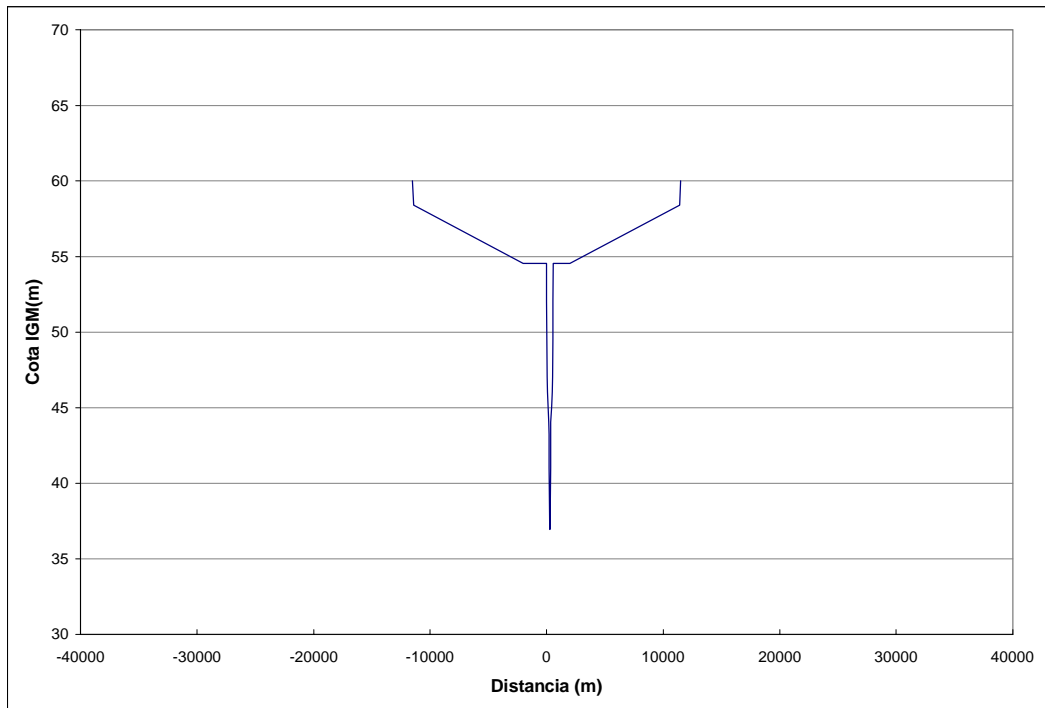
*RIO PARAGUAY. Sección Pg61 - Km 117*



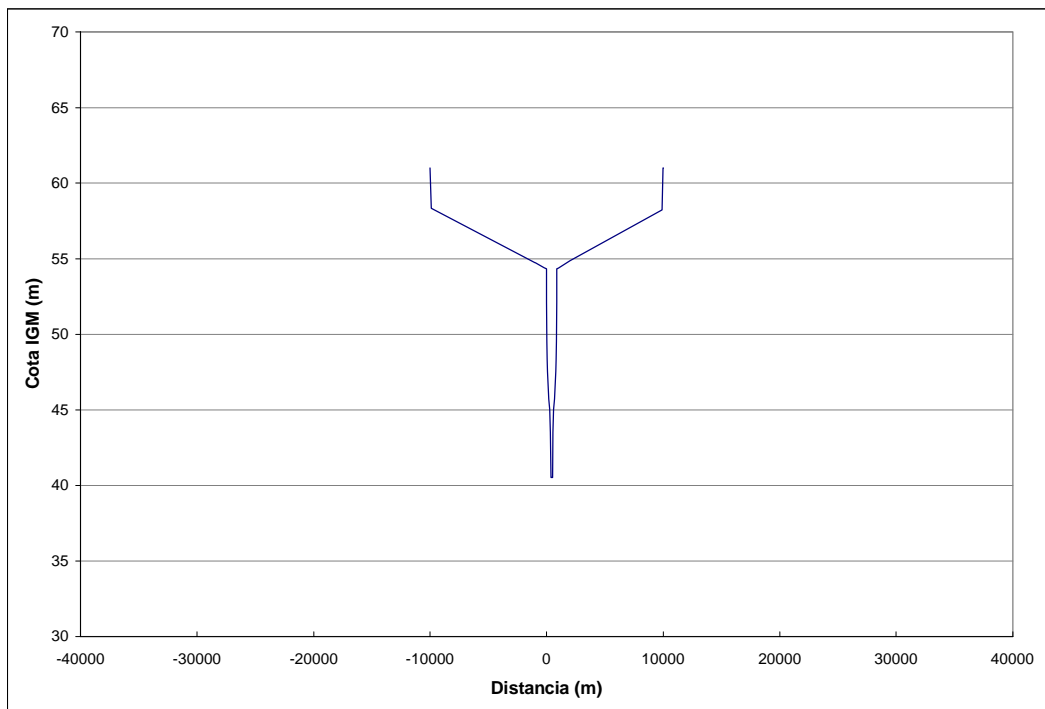
*RIO PARAGUAY. Sección Pg60 - Km 120*



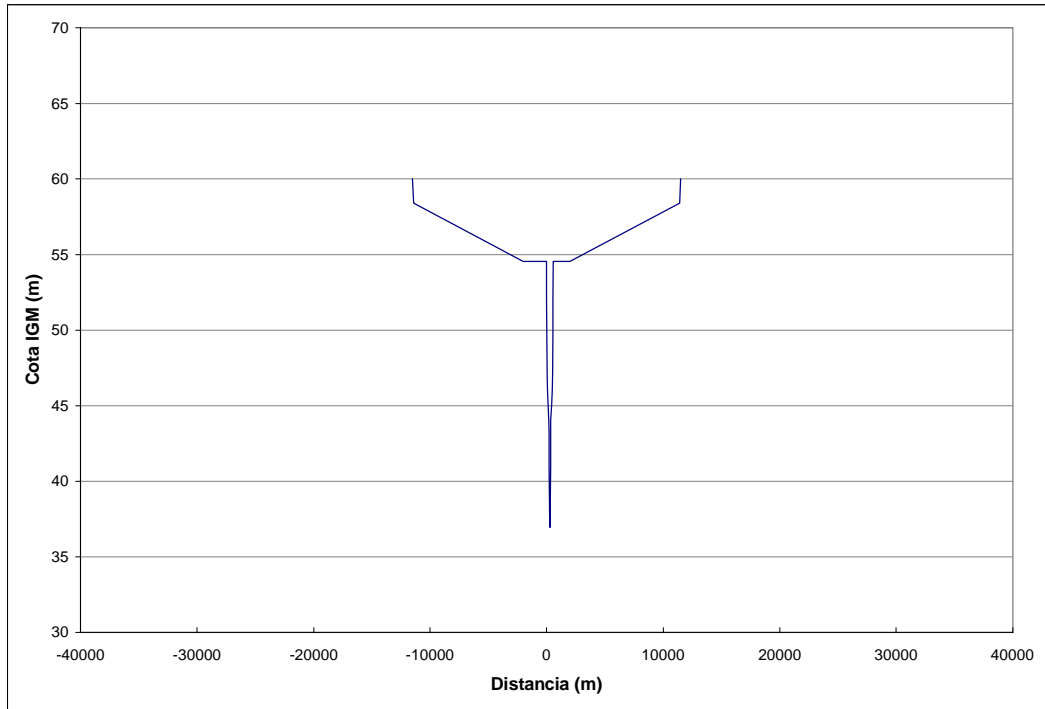
*RIO PARAGUAY. Sección Pg59 - Km 123*



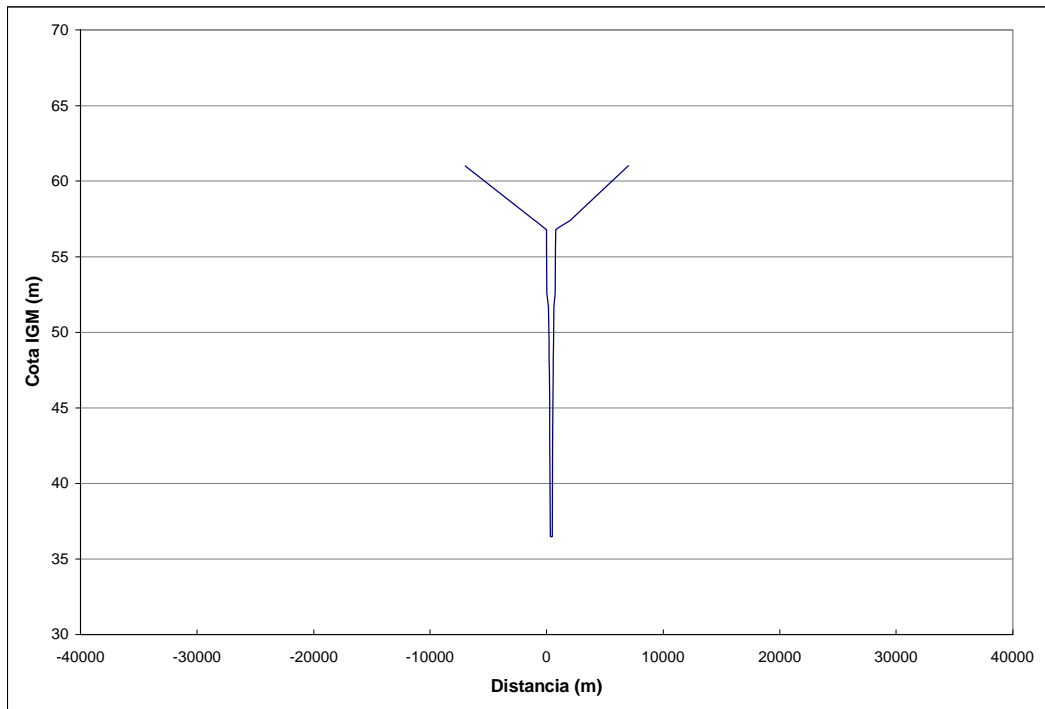
*RIO PARAGUAY. Sección Pg58 - Km 126*



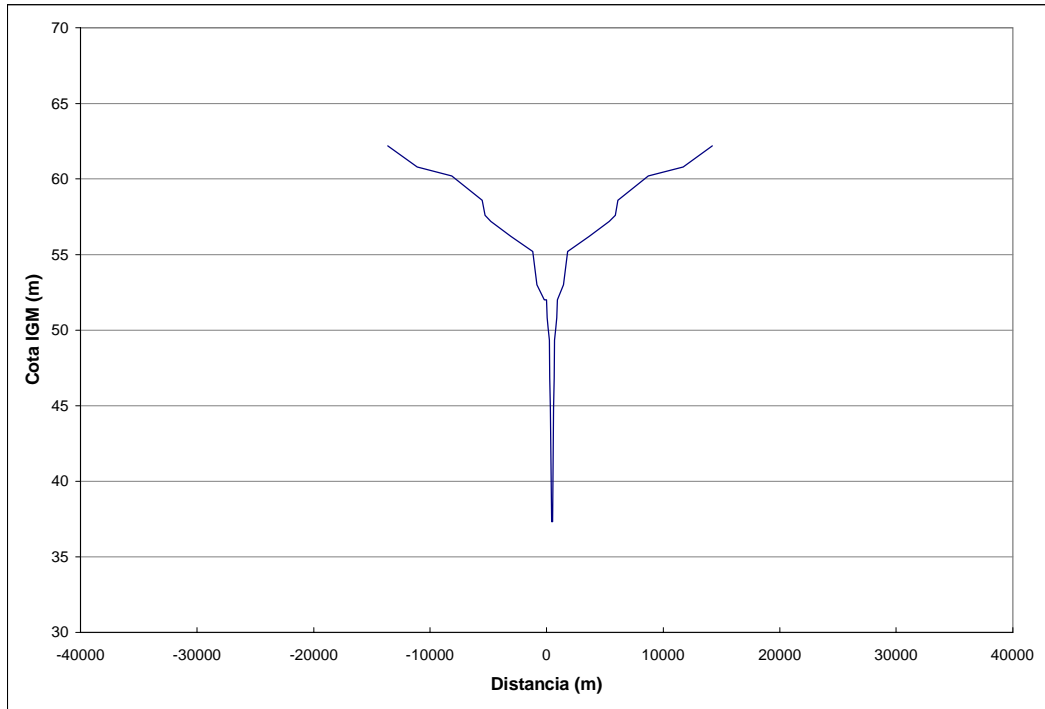
*RIO PARAGUAY. Sección Pg57 - Km 131*



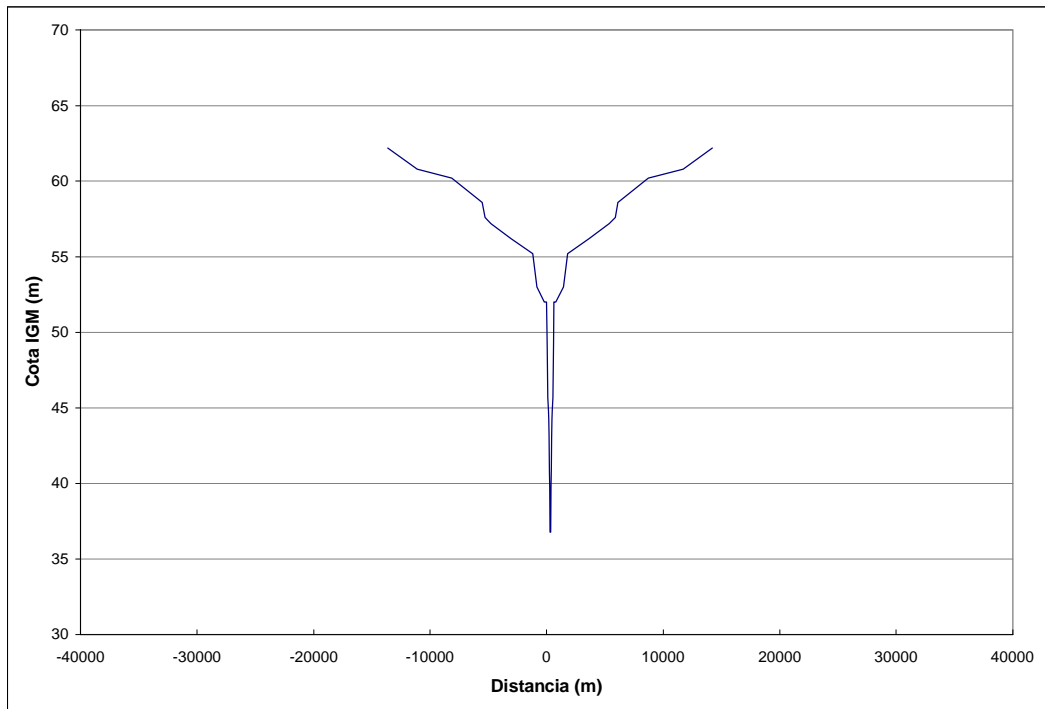
*RIO PARAGUAY. Sección Pg 56 - Km 134*



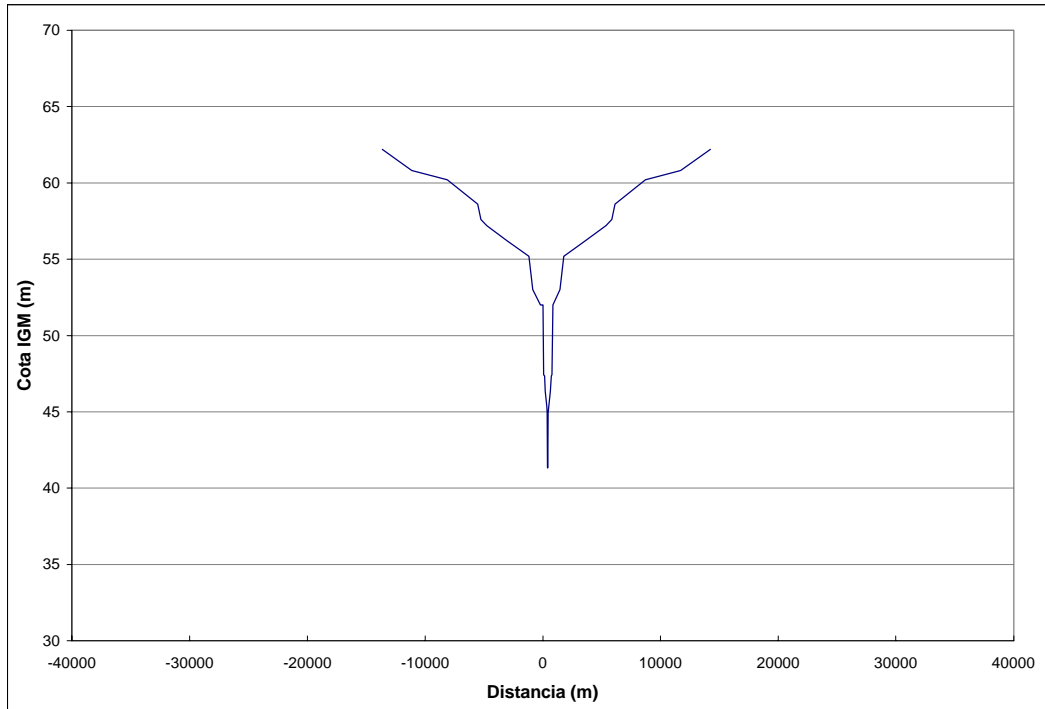
*RIO PARAGUAY. Sección Pg55 - Km 141*



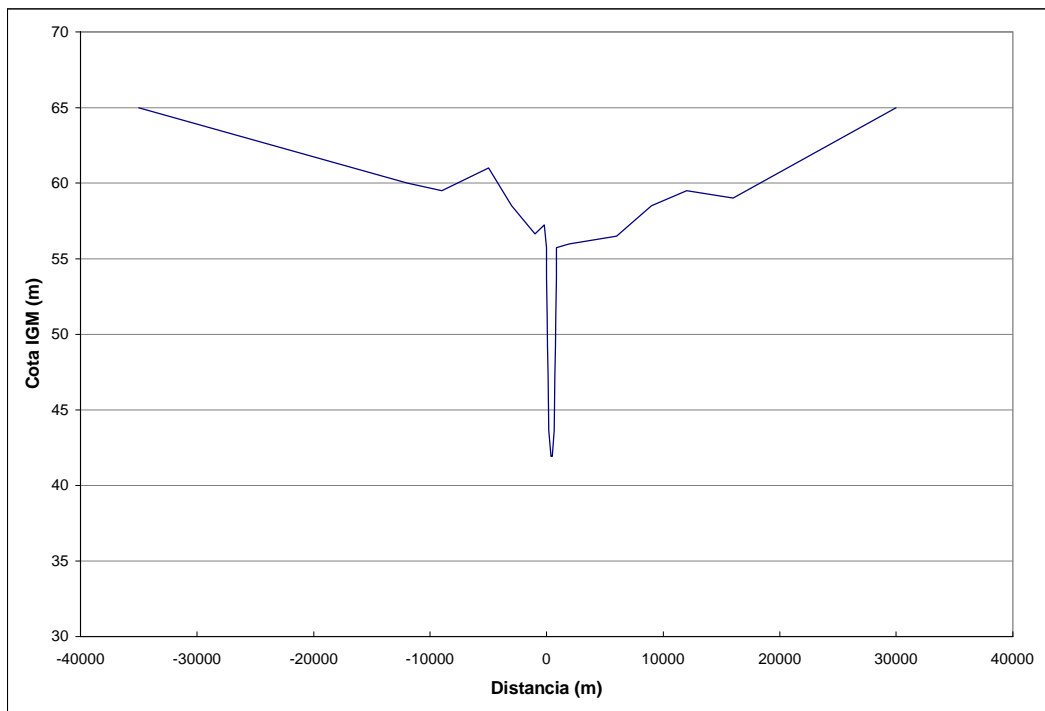
*RIO PARAGUAY. Sección Pg54 - Km 144*



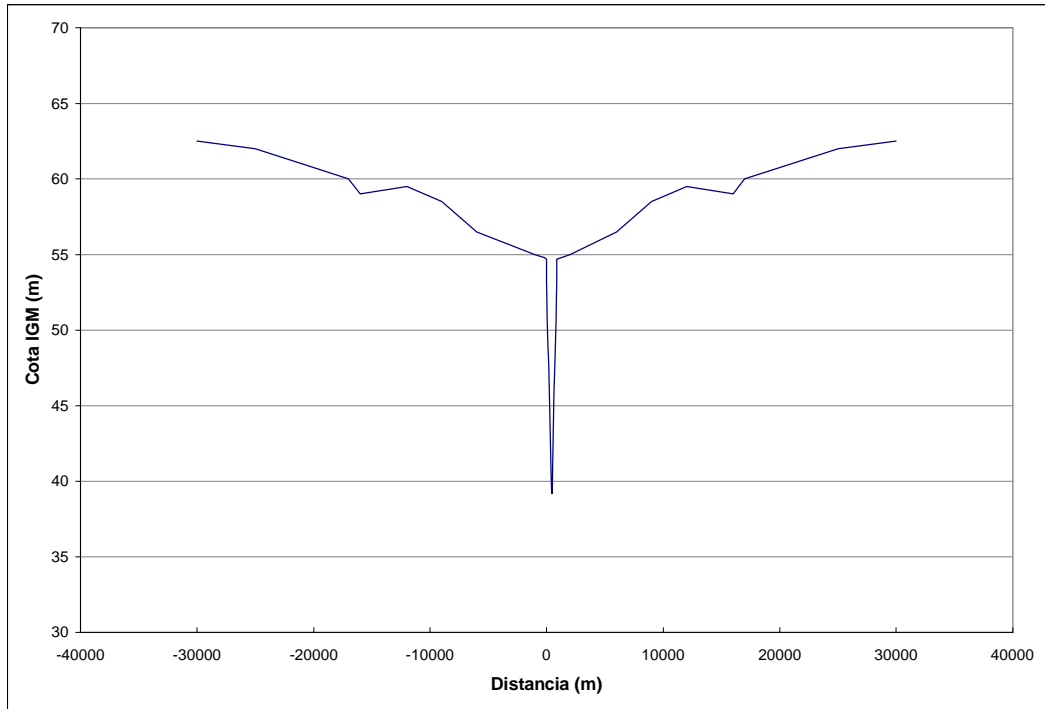
*RIO PARAGUAY. Sección Pg53 - Km 147*



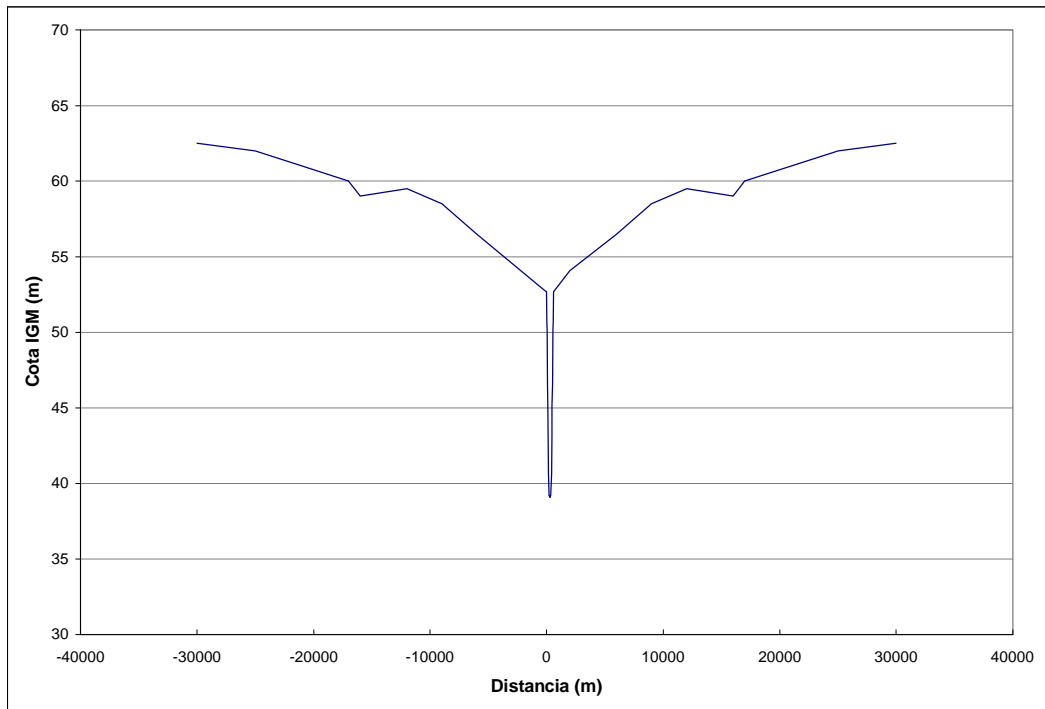
*RIO PARAGUAY. Sección Pg52 - Km 153*



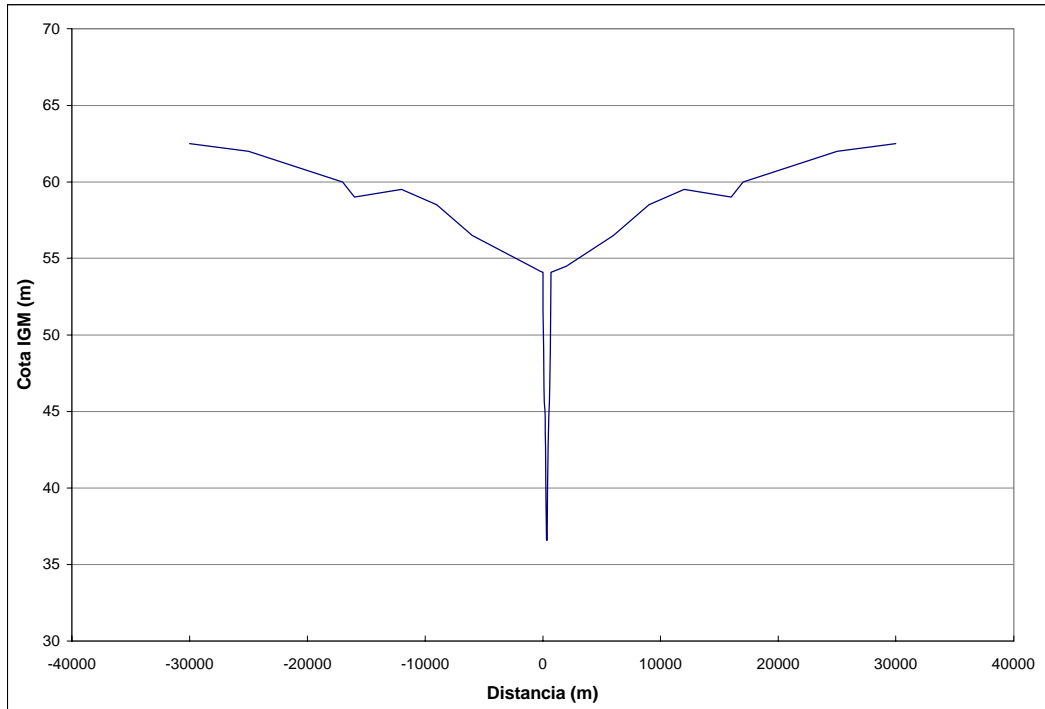
*RIO PARAGUAY. Sección Pg51 - Km 156*



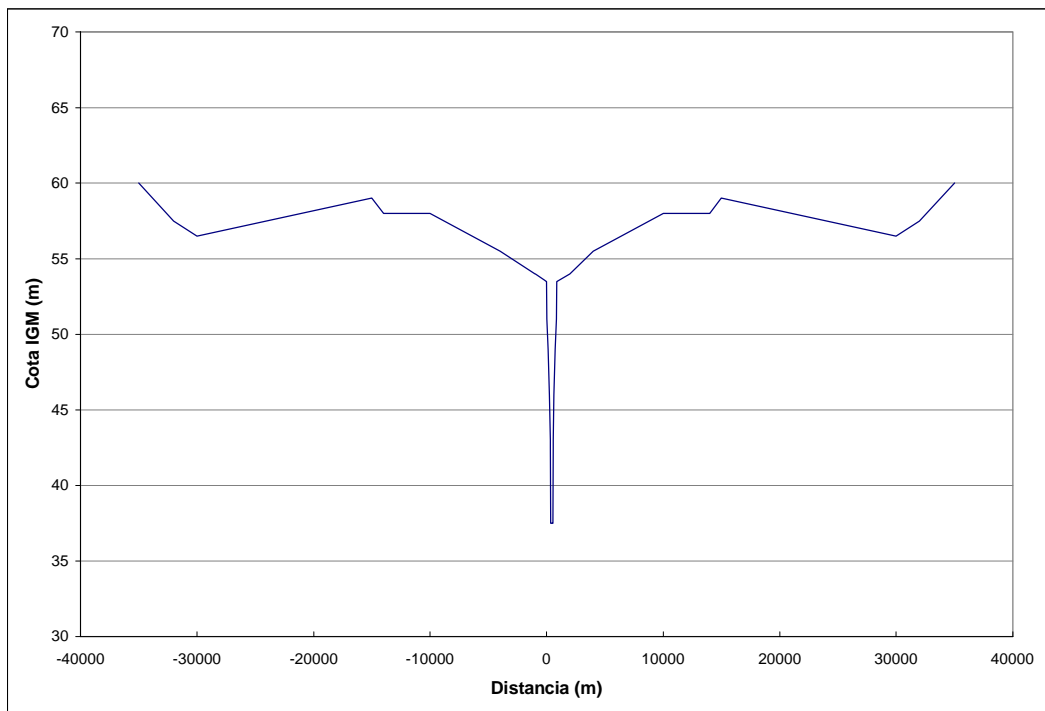
*RIO PARAGUAY. Sección Formosa (Pg49) - Km 169*



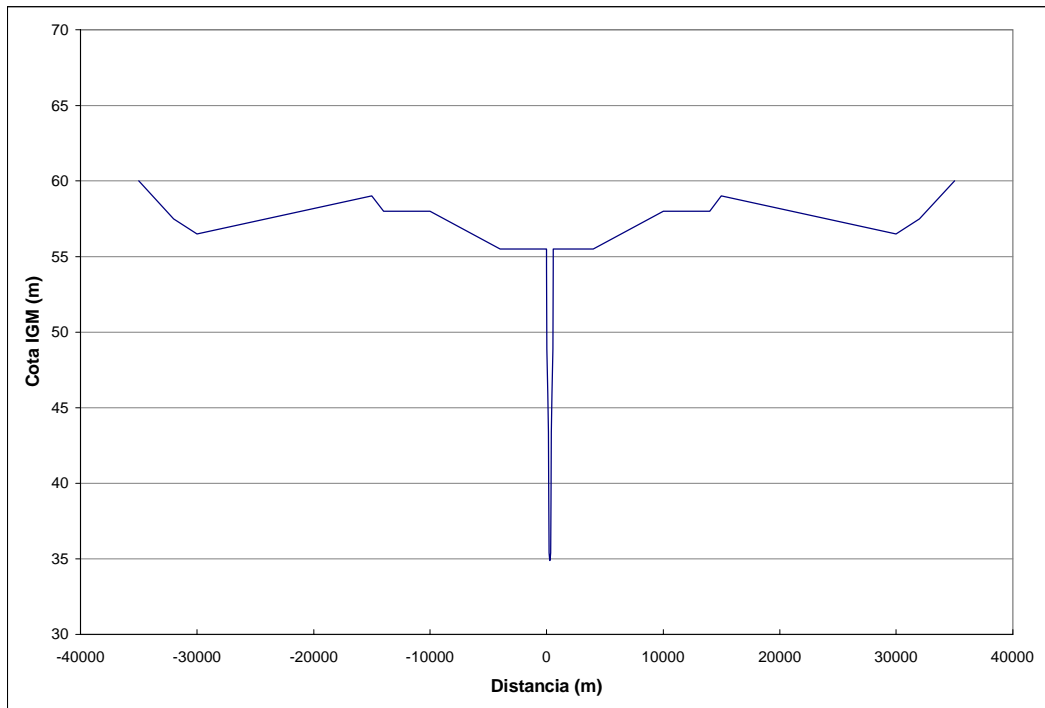
*RIO PARAGUAY. Sección Pg48 - Km 174*



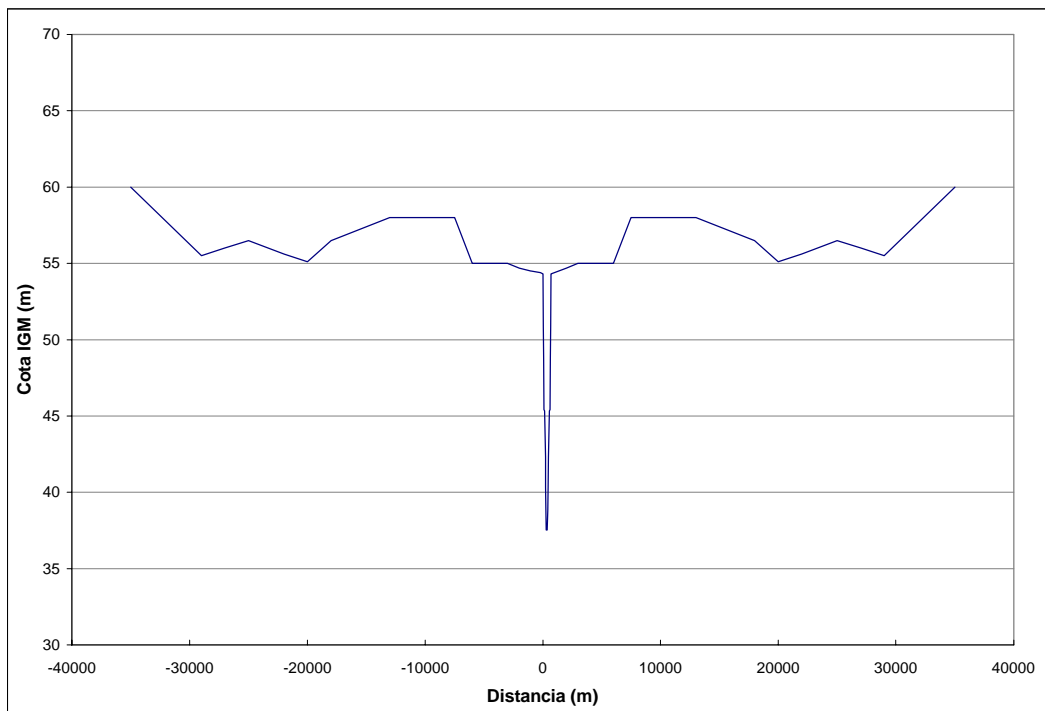
*RIO PARAGUAY. Sección Pg47 - Km 180*



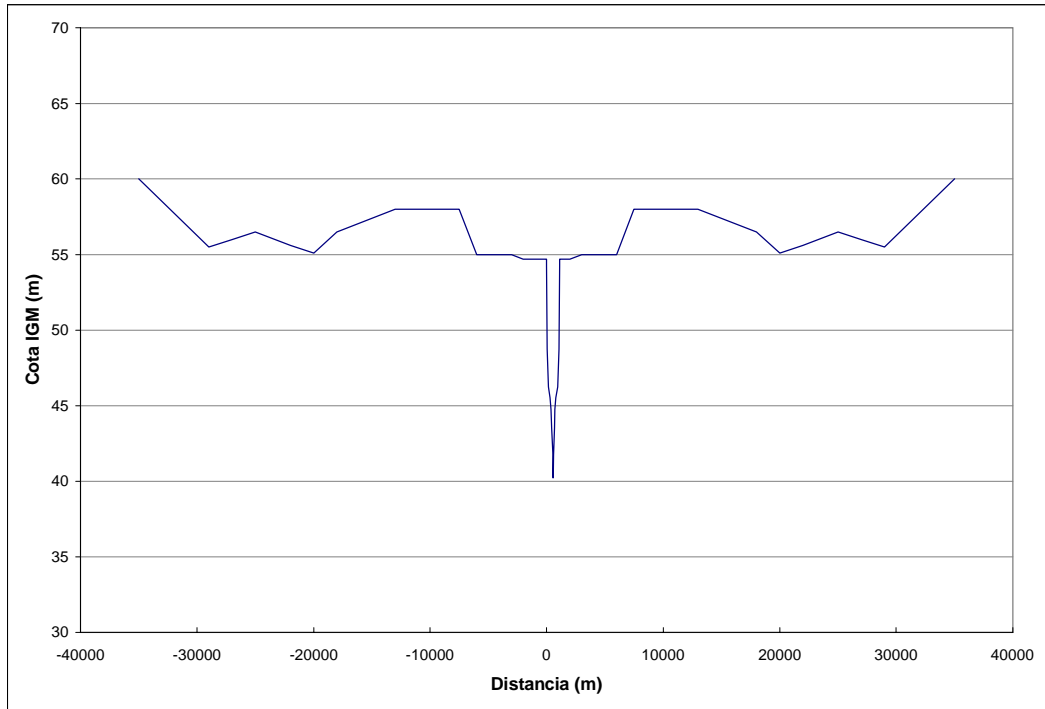
*RIO PARAGUAY. Sección Pg46 - Km 183*



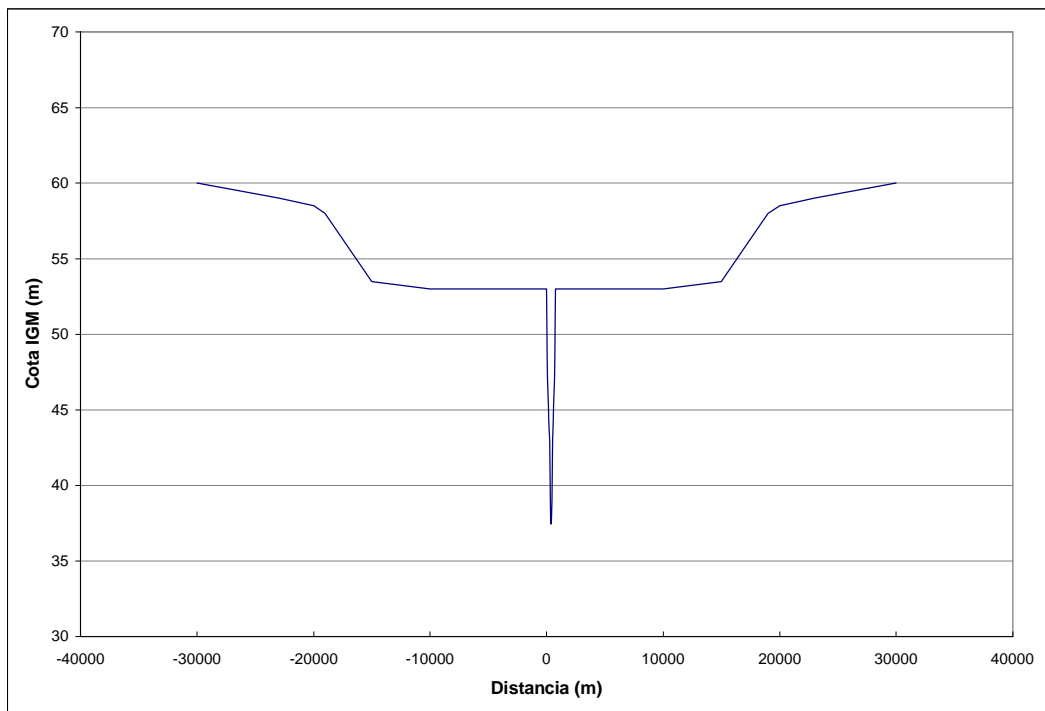
*RIO PARAGUAY. Sección Pg45 - Km 187*



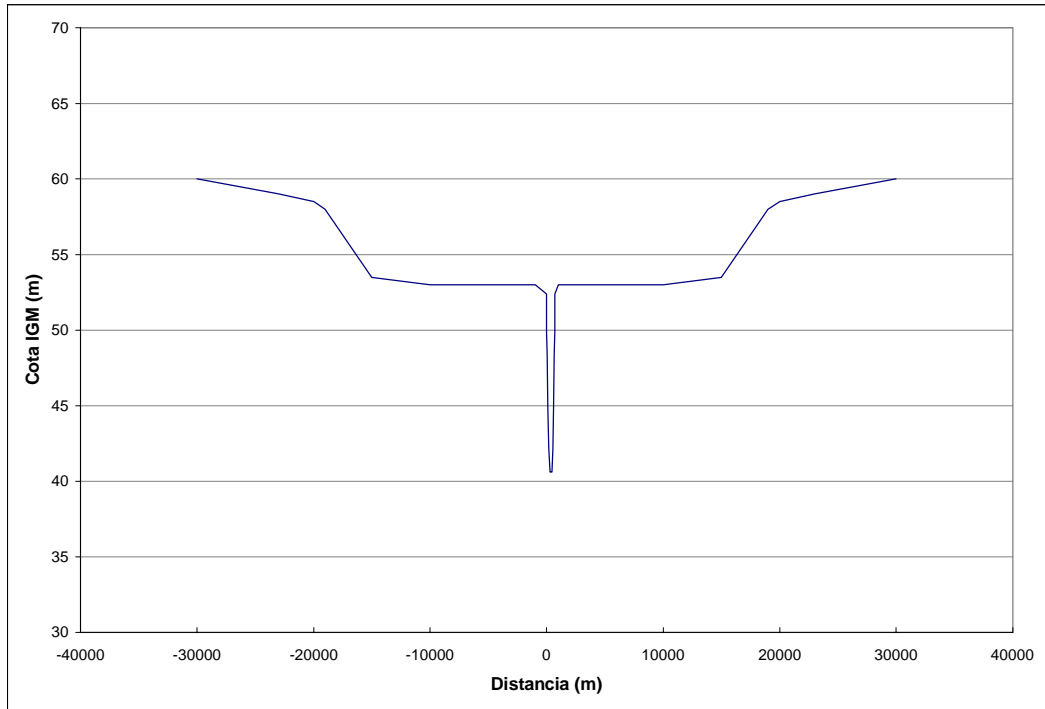
*RIO PARAGUAY. Sección Pg44 - Km 191*



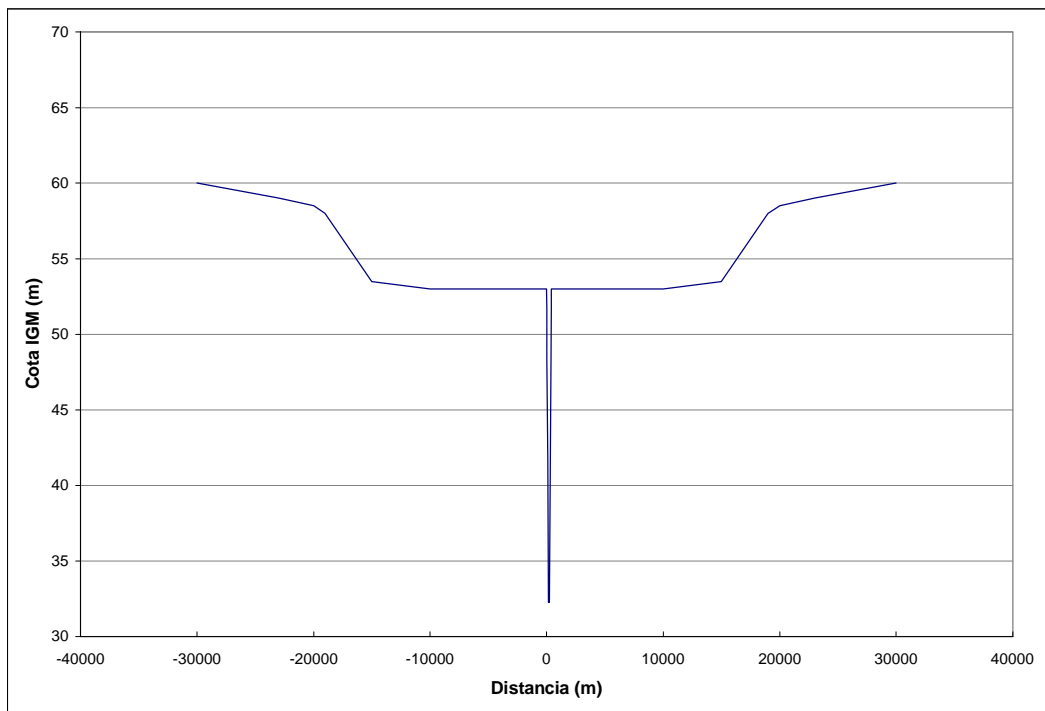
*RIO PARAGUAY. Sección Pg43 - Km 196*



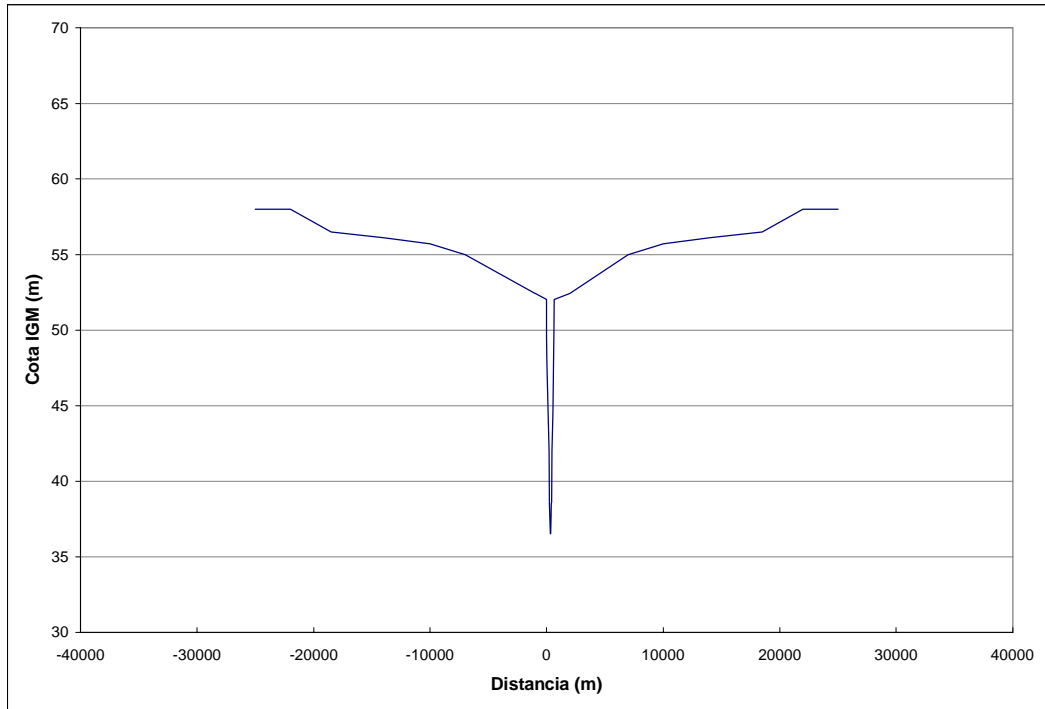
*RIO PARAGUAY. Sección Pg41 - Km 204*



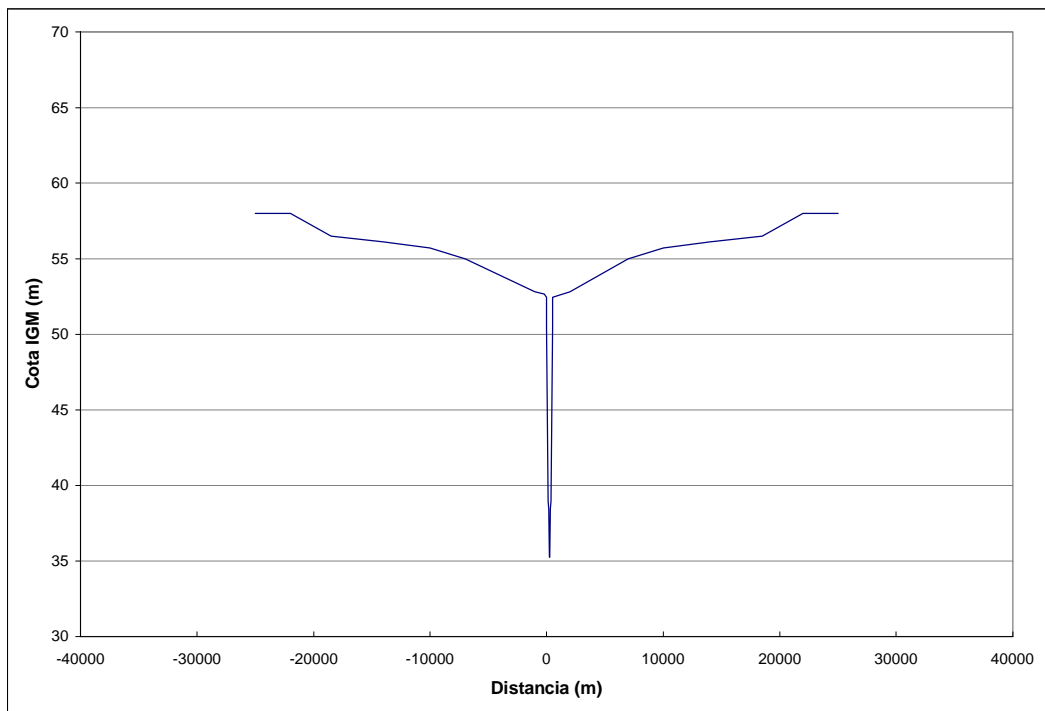
*RIO PARAGUAY. Sección Pg40 - Km 207*



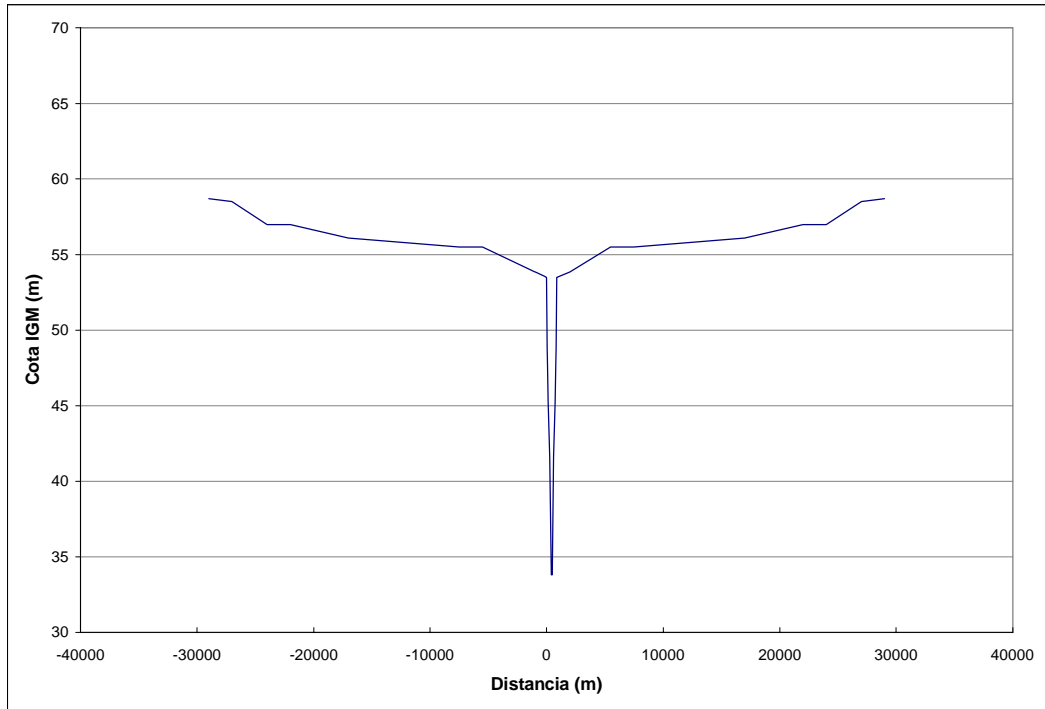
*RIO PARAGUAY. Sección Pg39 - Km 213*



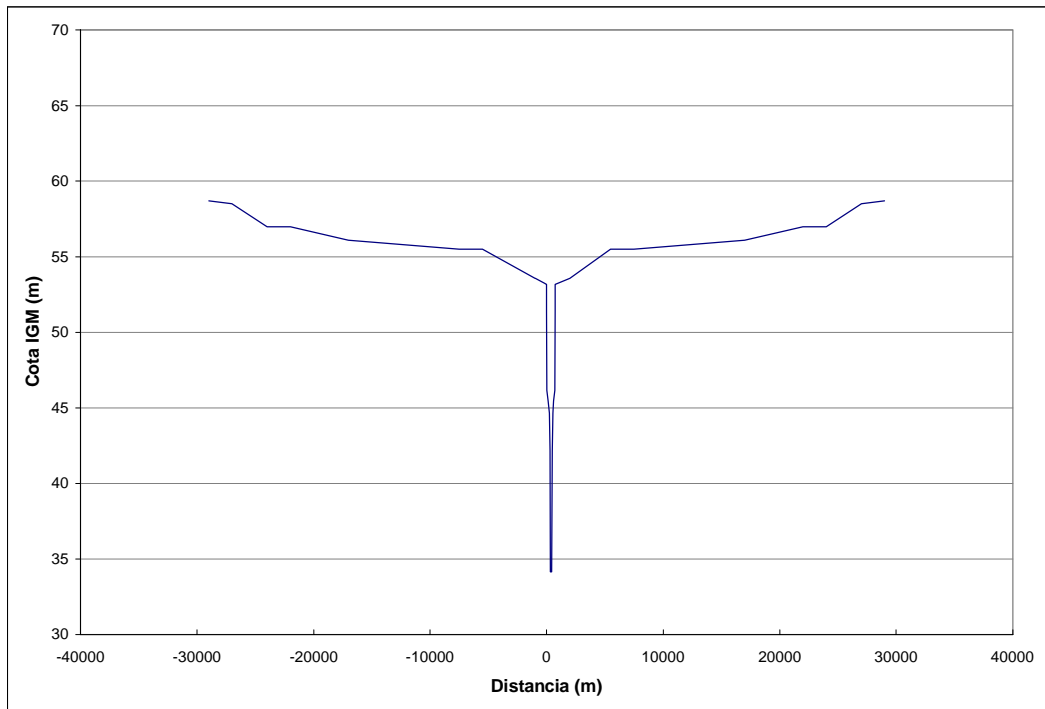
*RIO PARAGUAY. Sección Pg38 - Km 217*



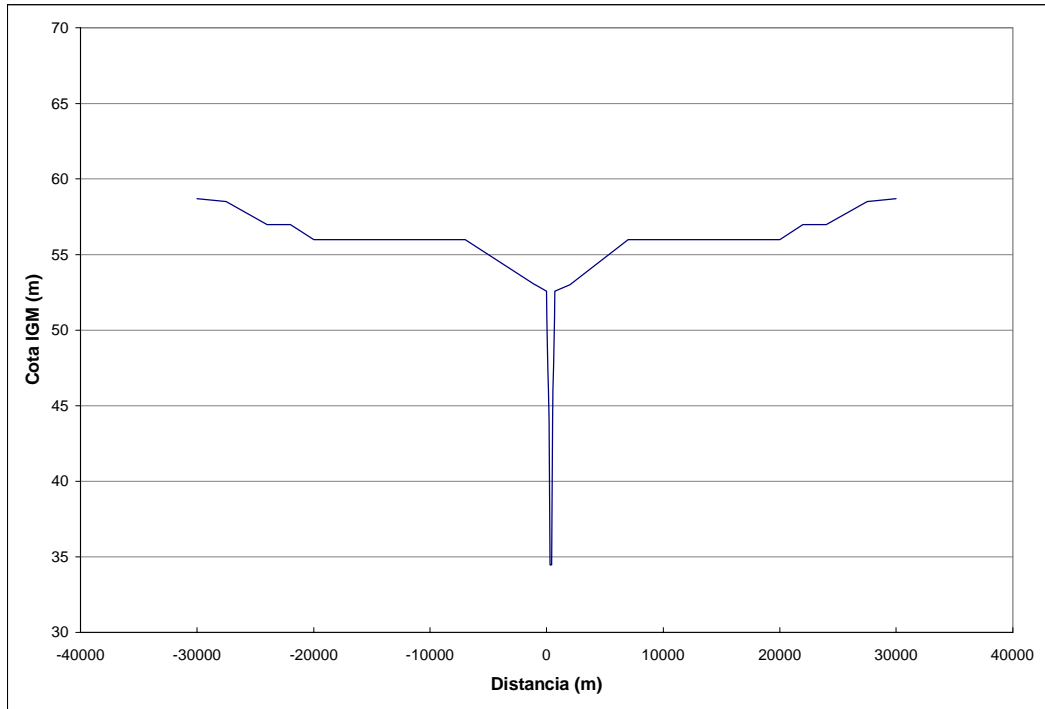
*RIO PARAGUAY. Sección Pg37 - Km 220*



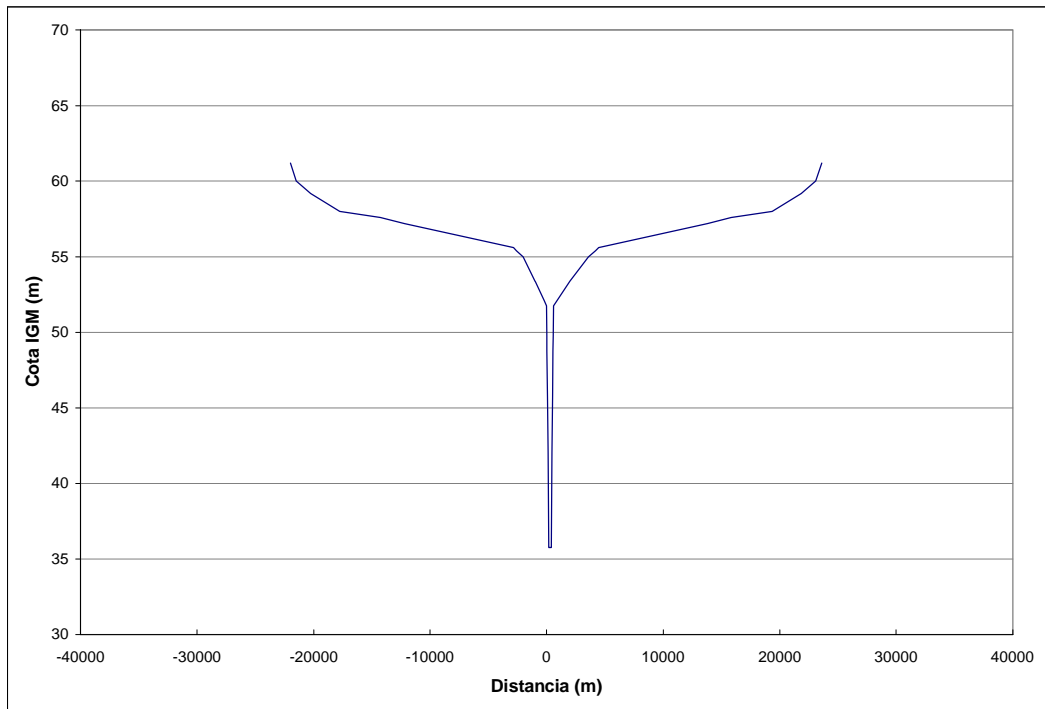
*RIO PARAGUAY. Sección Pg36 - Km 224*



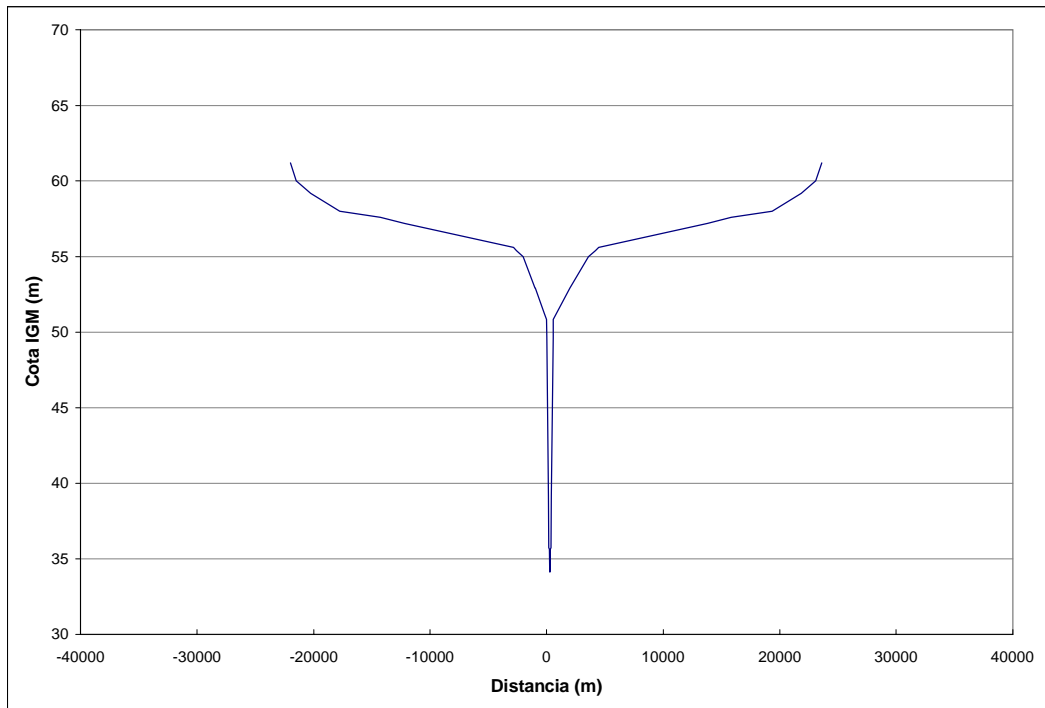
*RIO PARAGUAY. Sección Pg35 - Km 228*



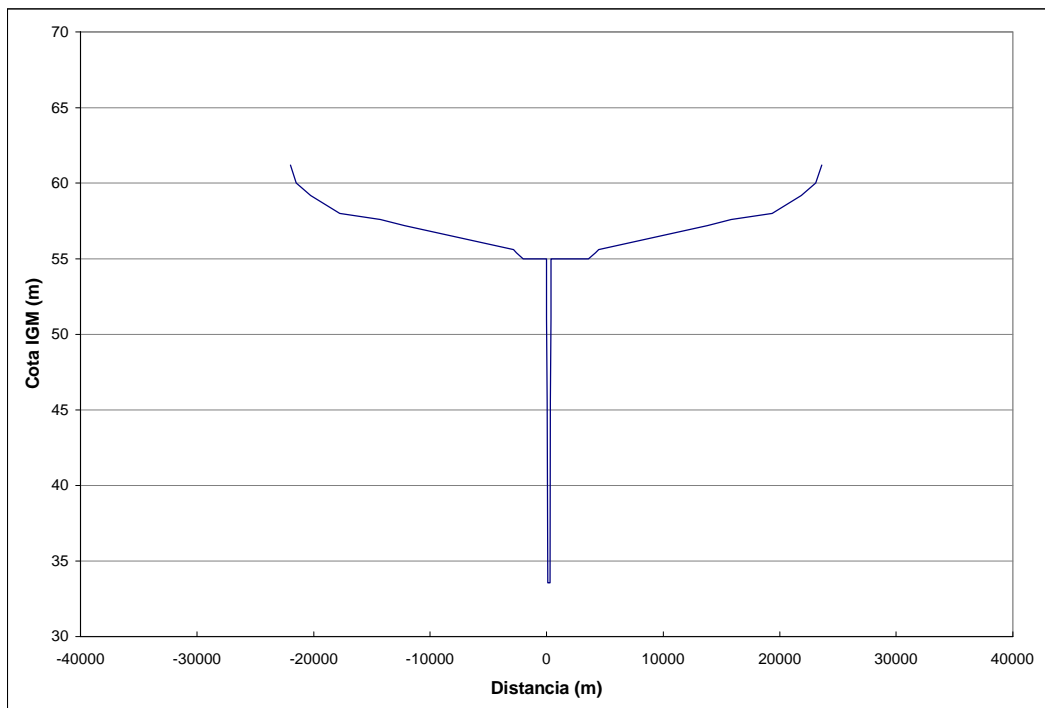
*RIO PARAGUAY. Sección Pg34 - Km 235*



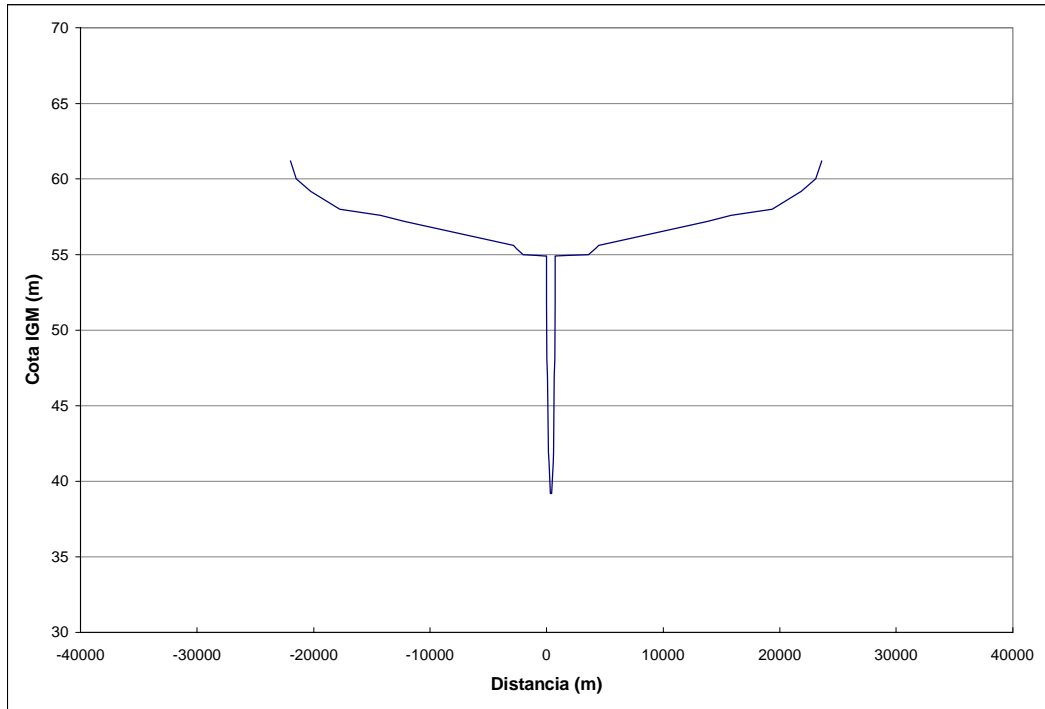
*RIO PARAGUAY. Sección Pg33 - Km 239*



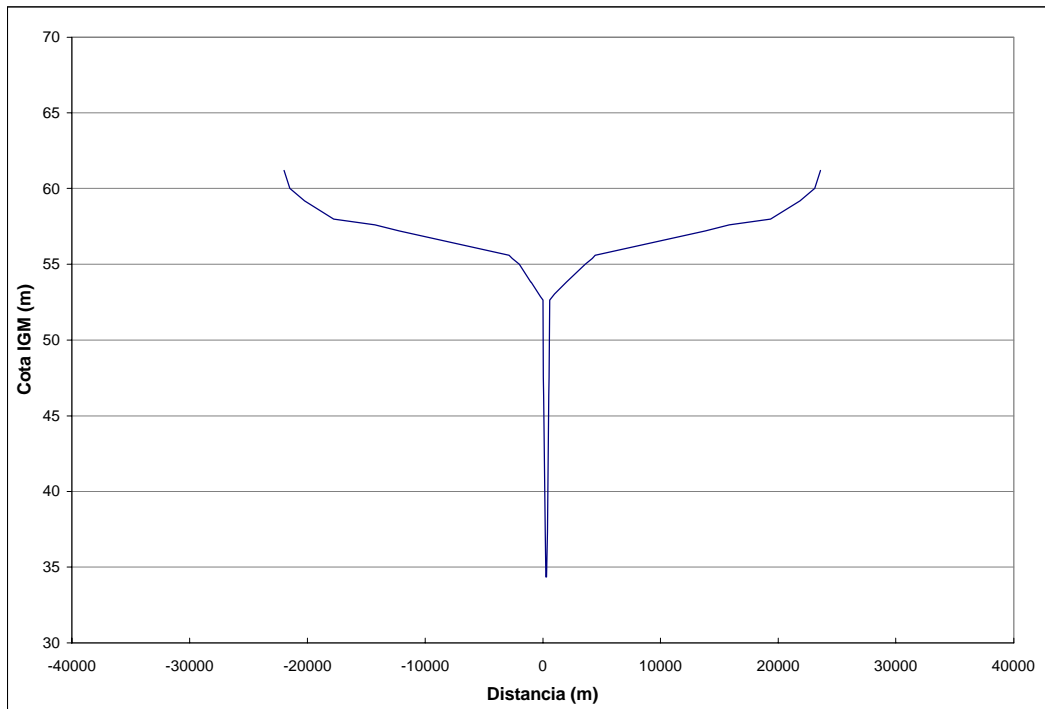
*RIO PARAGUAY. Sección Pg32 - Km 243*



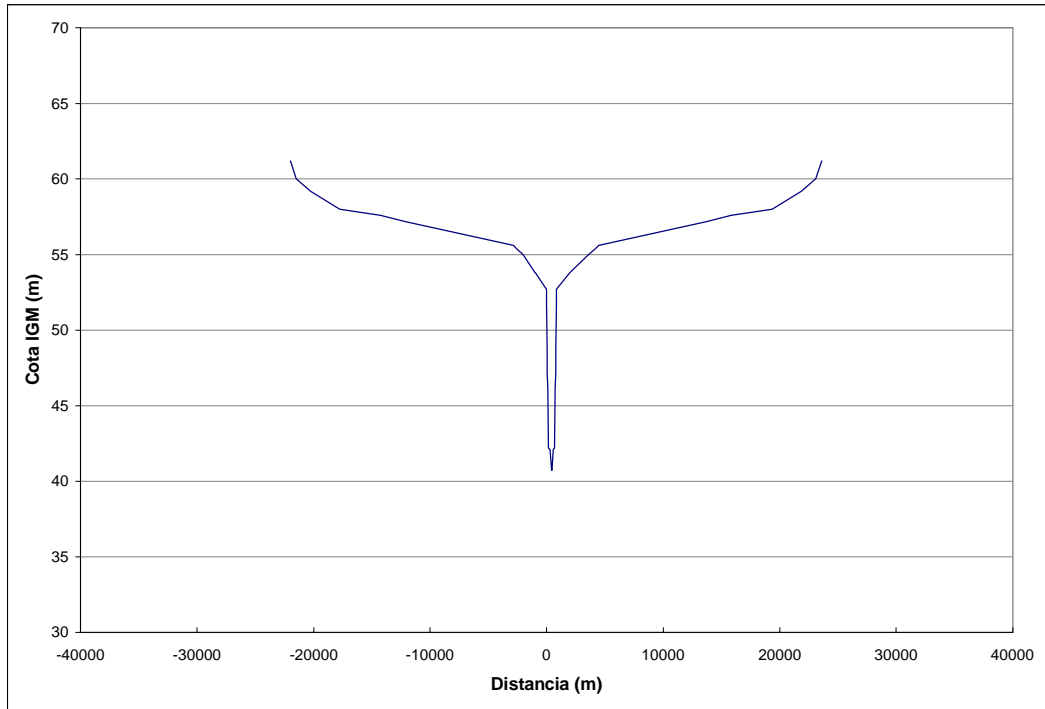
*RIO PARAGUAY. Sección Pg31 - Km 247*



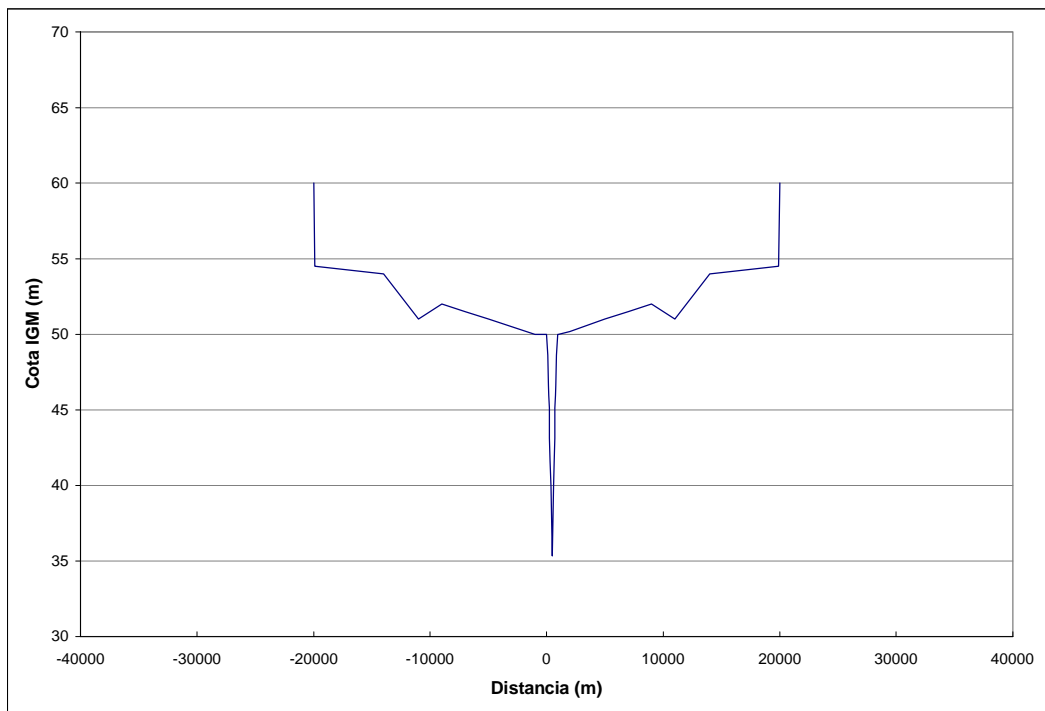
*RIO PARAGUAY. Sección Pg30 - Km 250*



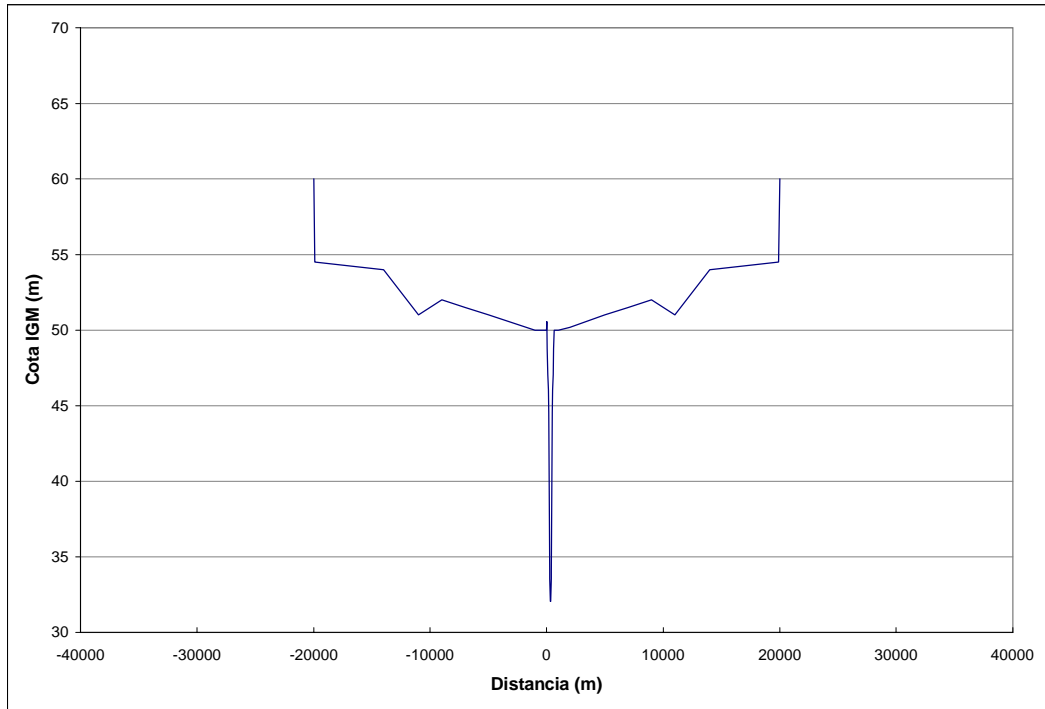
*RIO PARAGUAY. Sección Pg29 - Km 256*



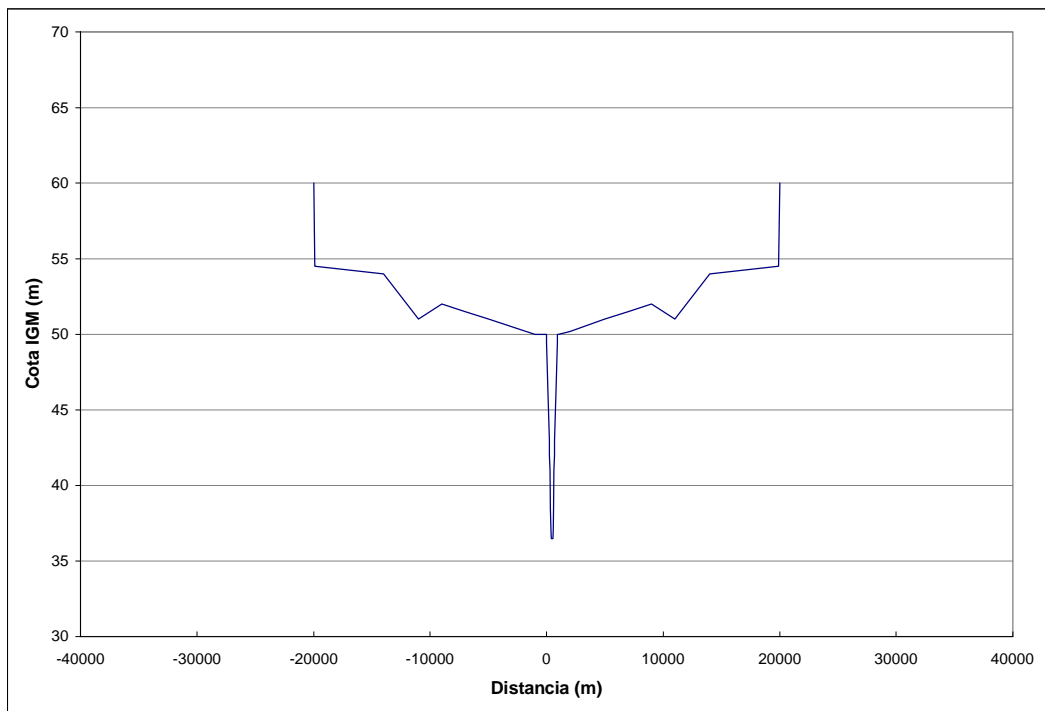
*RIO PARAGUAY. Sección Pg28 - Km 261*



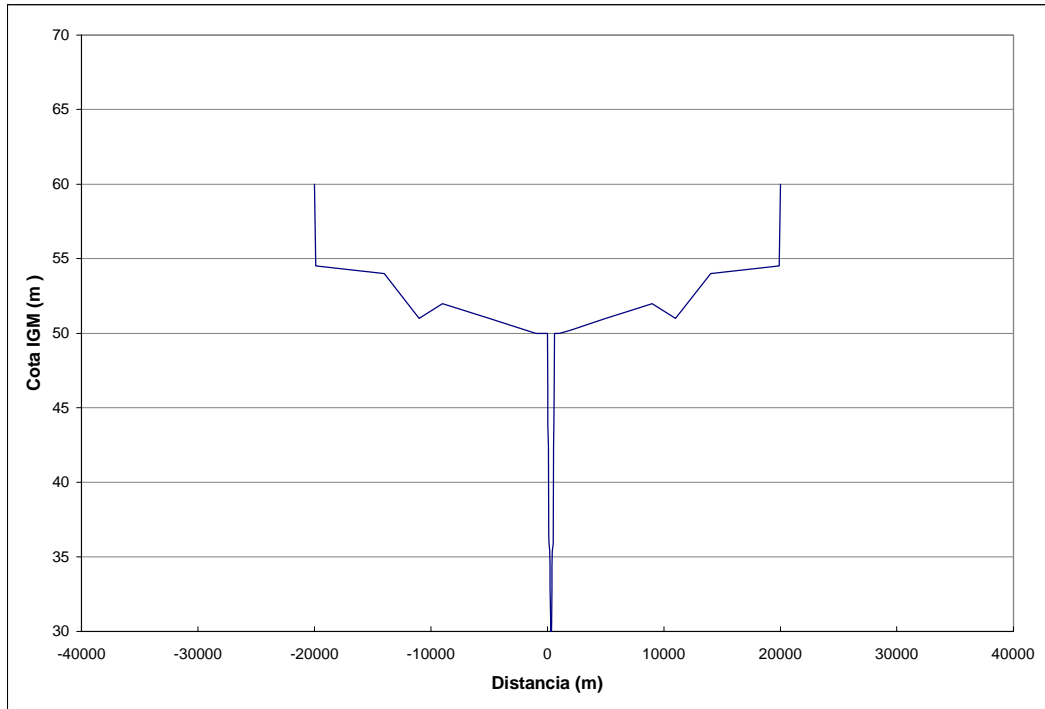
*RIO PARAGUAY. Sección Pg27 - Km 265*



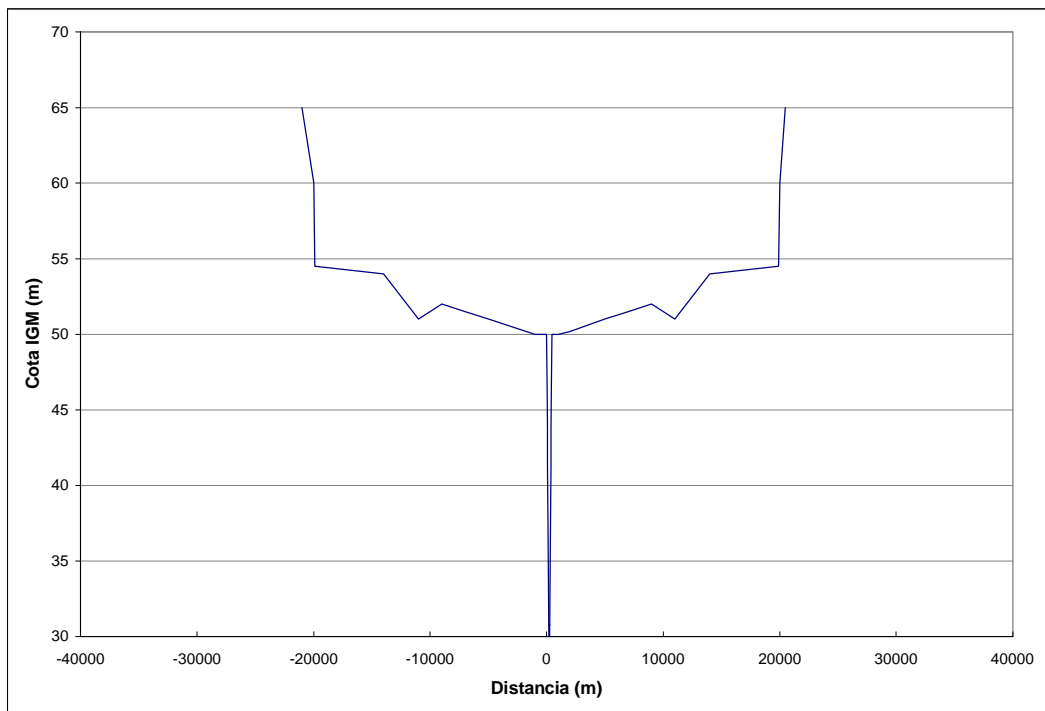
*RIO PARAGUAY. Sección Pg26 - Km 269*



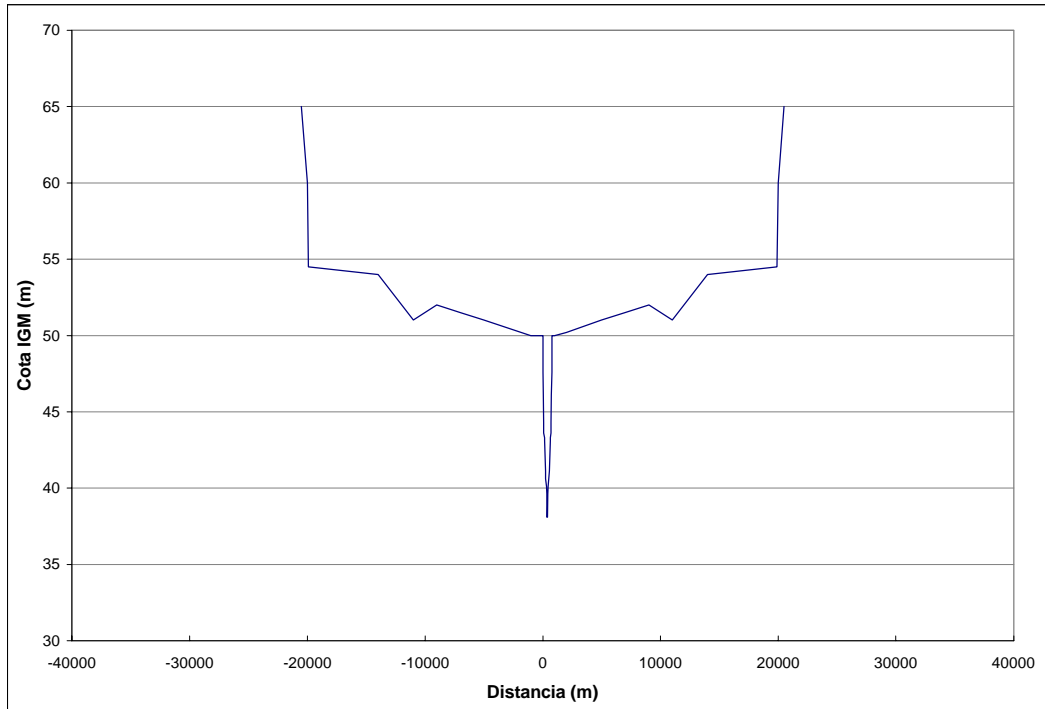
*RIO PARAGUAY. Sección Pg25 - Km 274*



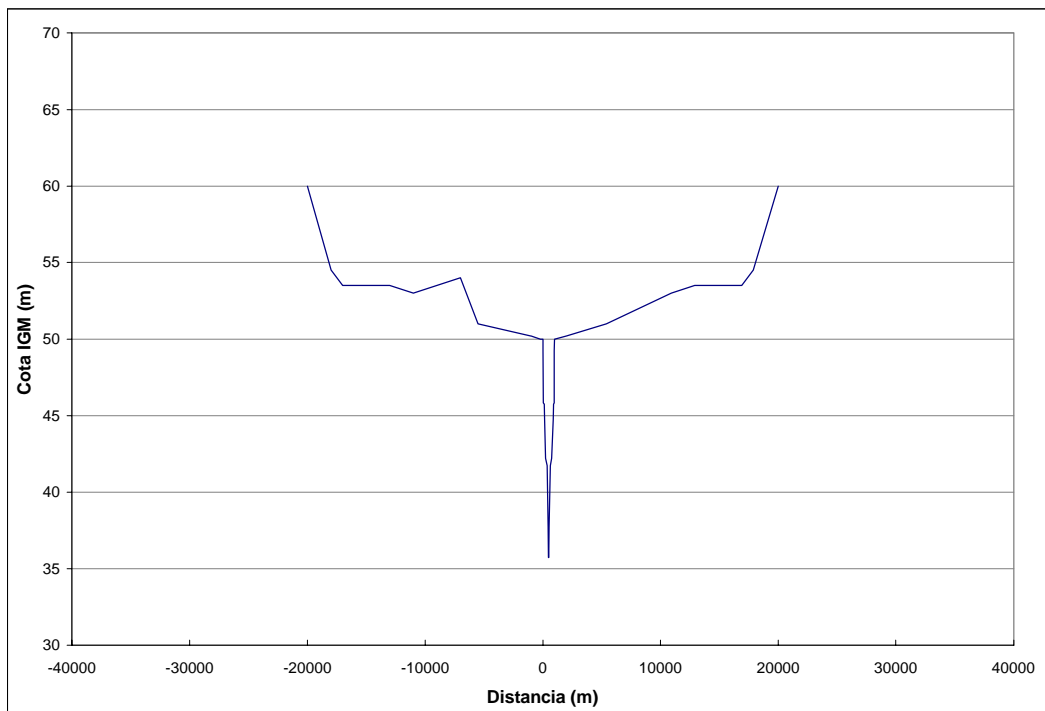
*RIO PARAGUAY. Sección Pg24 - Km 277*



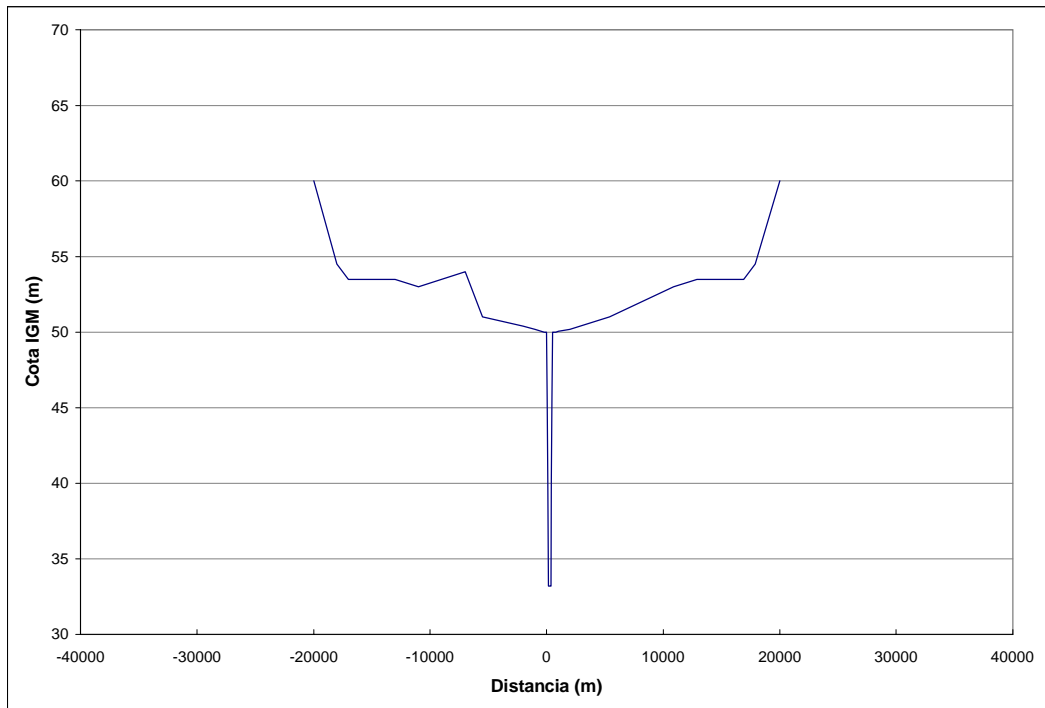
*RIO PARAGUAY. Sección Pg23 - Km 281*



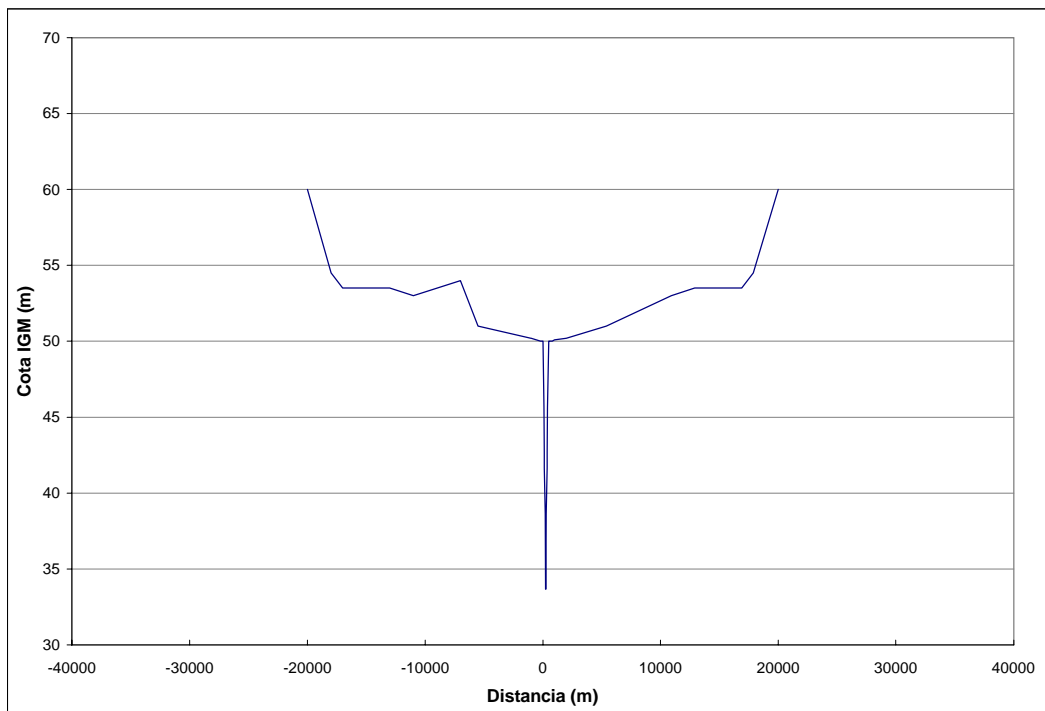
*RIO PARAGUAY. Sección Pg21 - Km 285*



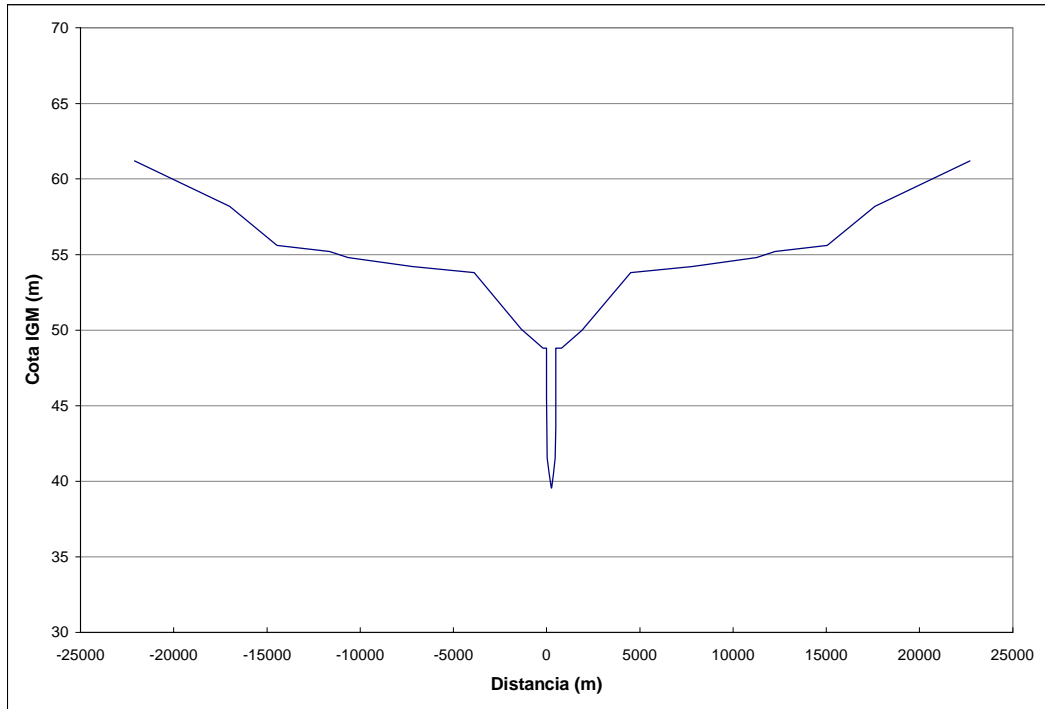
*RIO PARAGUAY. Sección Pg20 - Km 288*



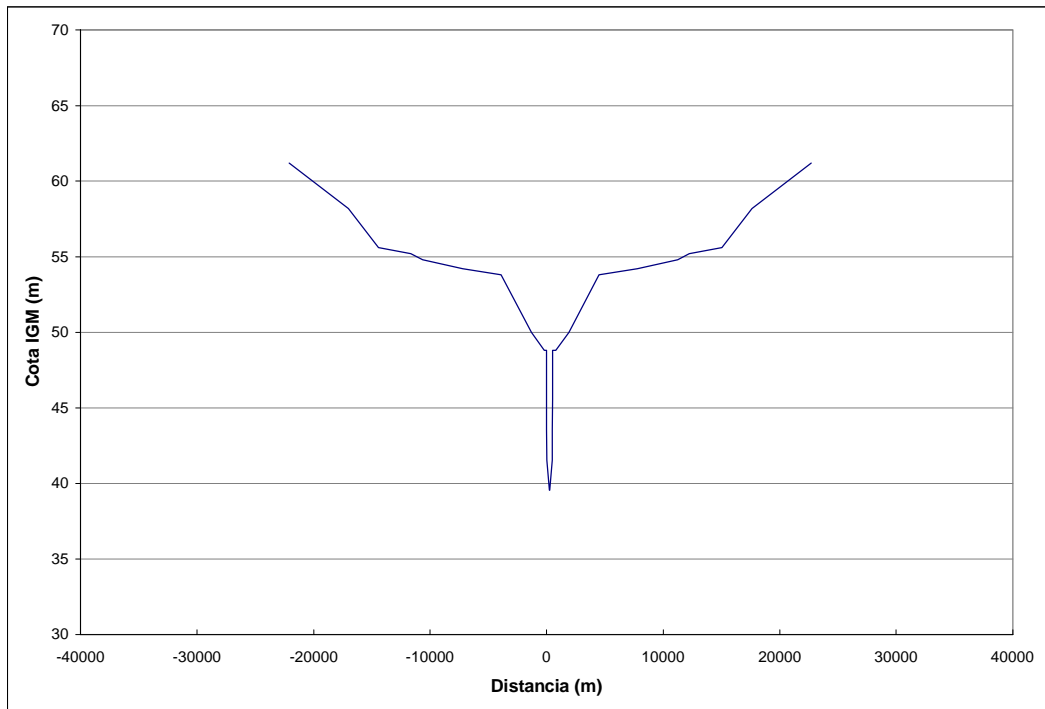
*RIO PARAGUAY. Sección Pg19 - Km 292*



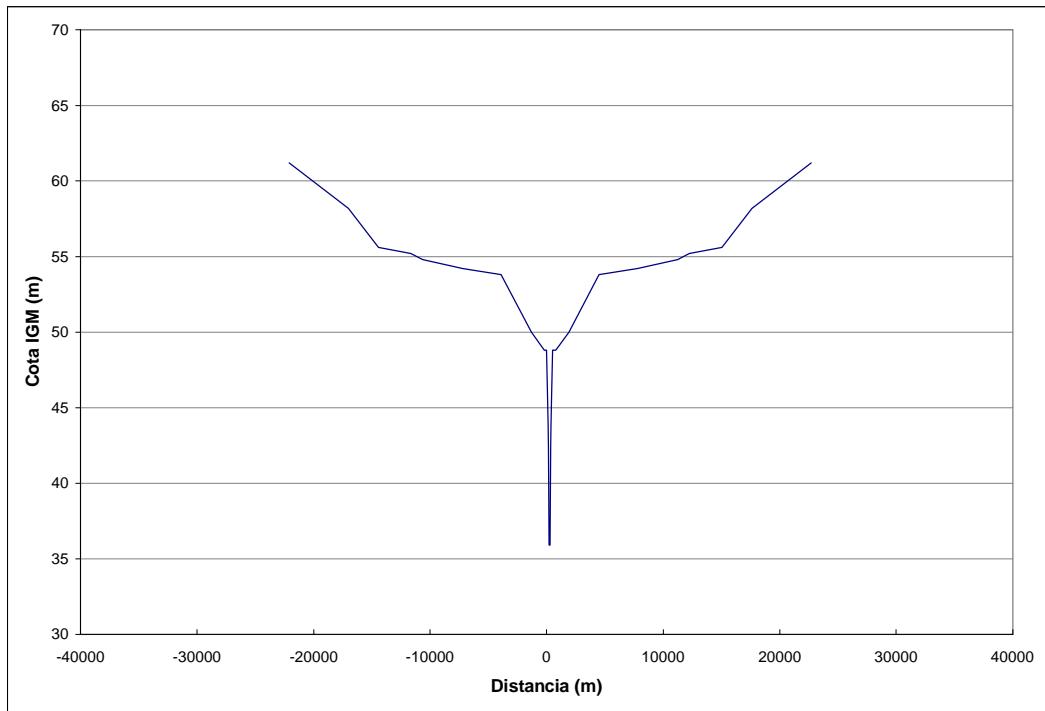
*RIO PARAGUAY. Sección Pg18 - Km 295*



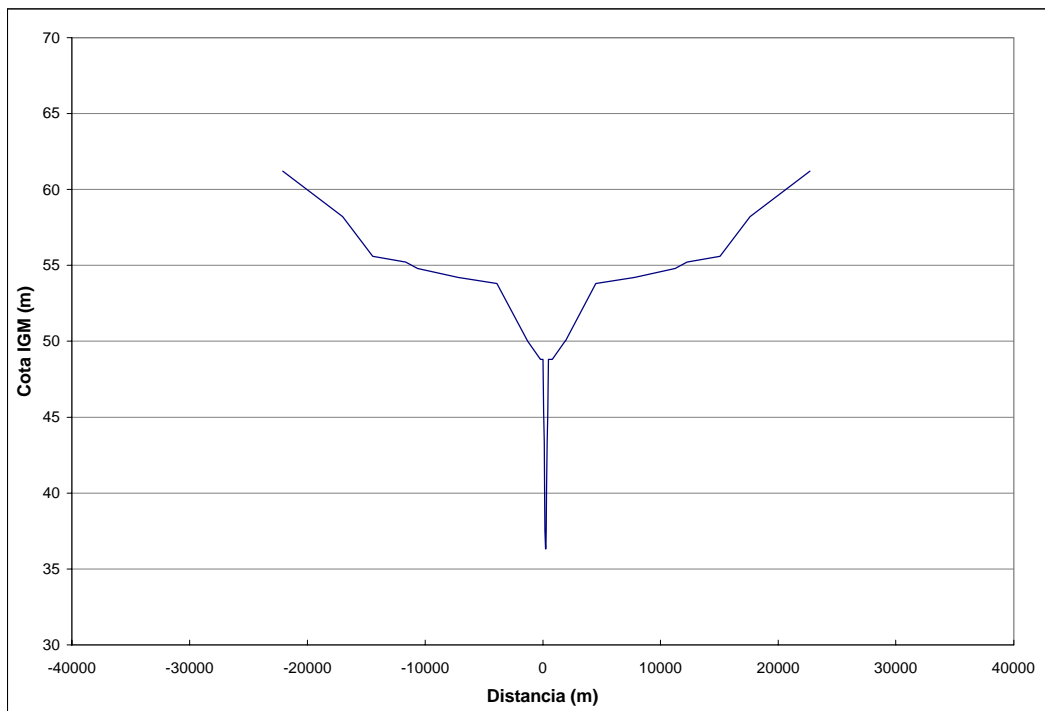
*RIO PARAGUAY. Sección Entrada Bermejo - Km 297*



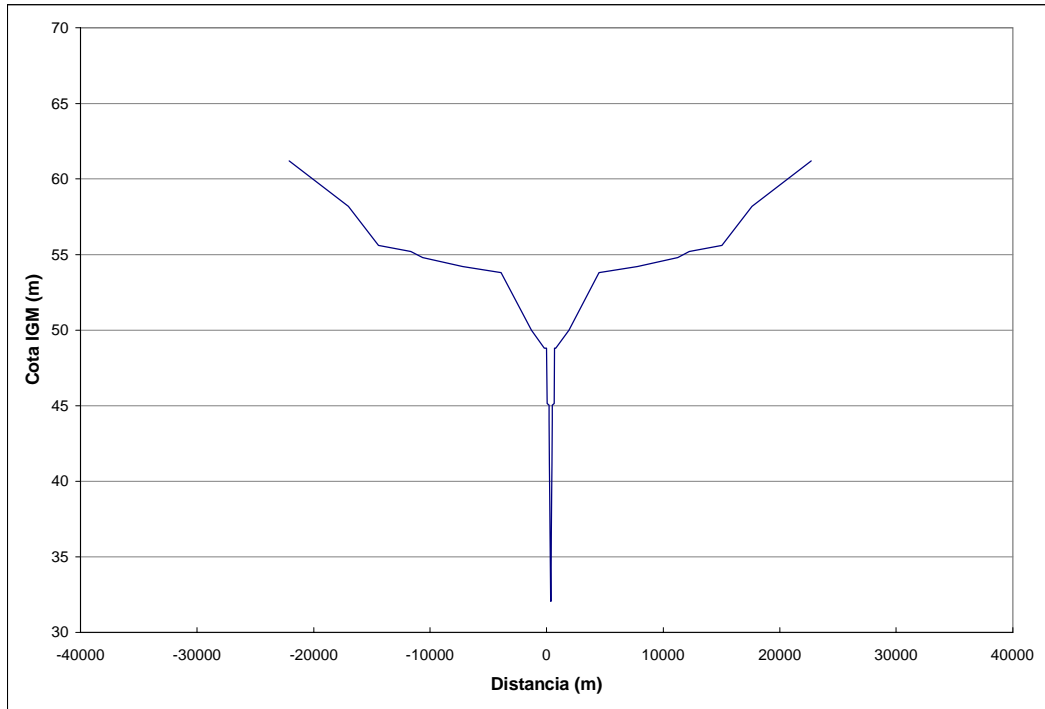
*RIO PARAGUAY. Sección Pg17 - Km 301*



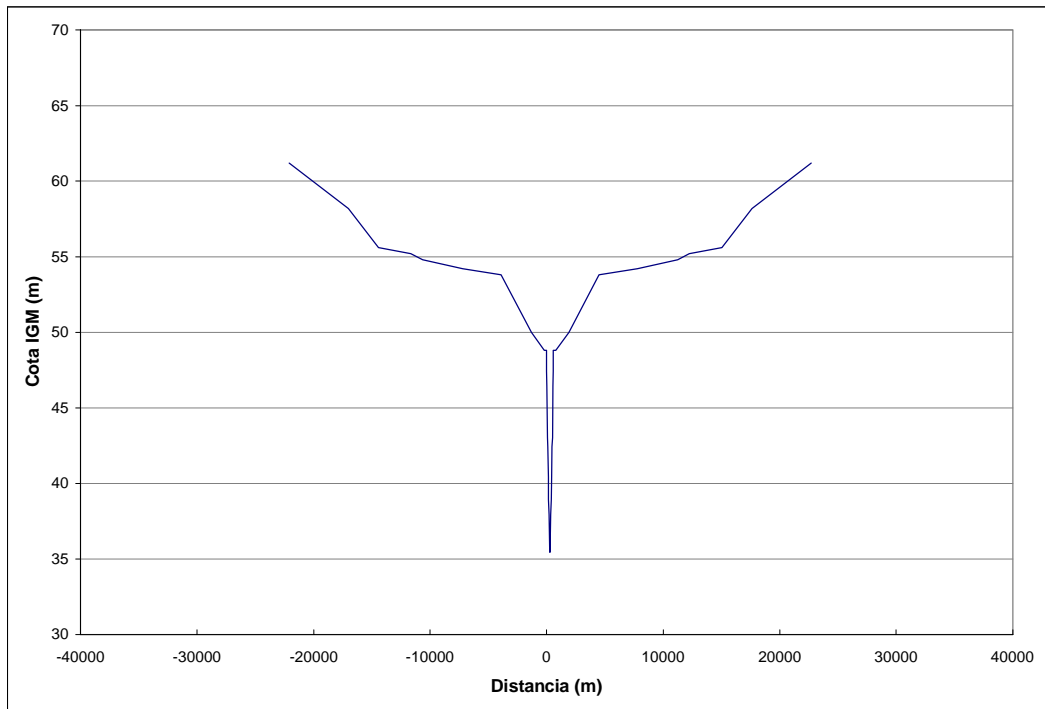
*RIO PARAGUAY. Sección Pg16 - Km 305*



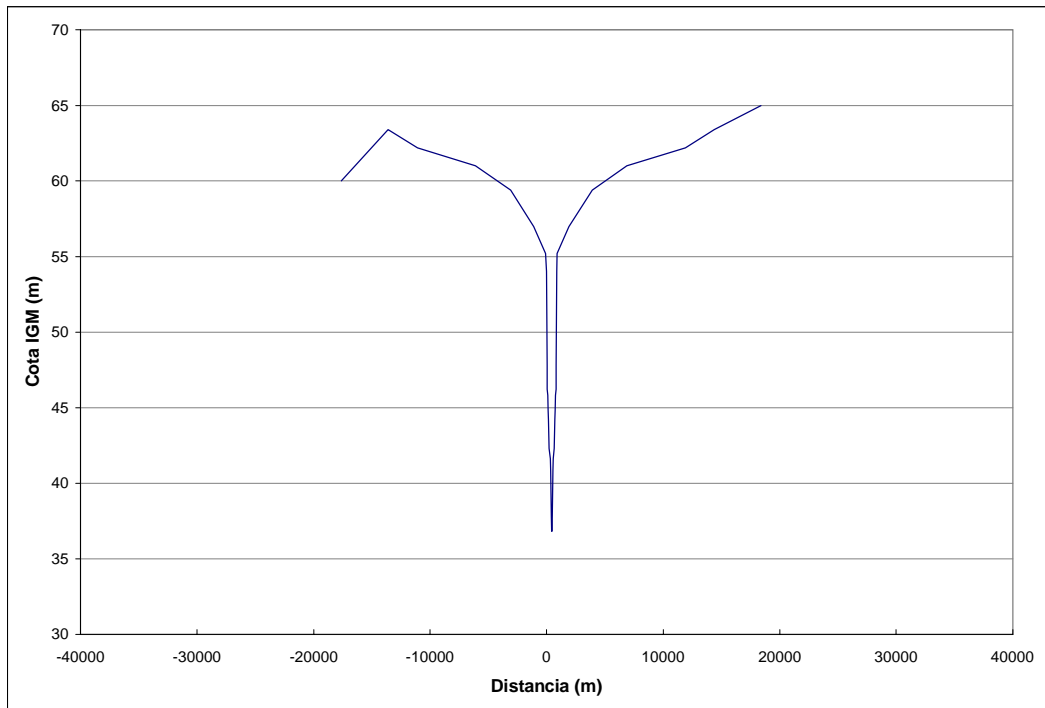
*RIO PARAGUAY. Sección Pg15 - Km 310*



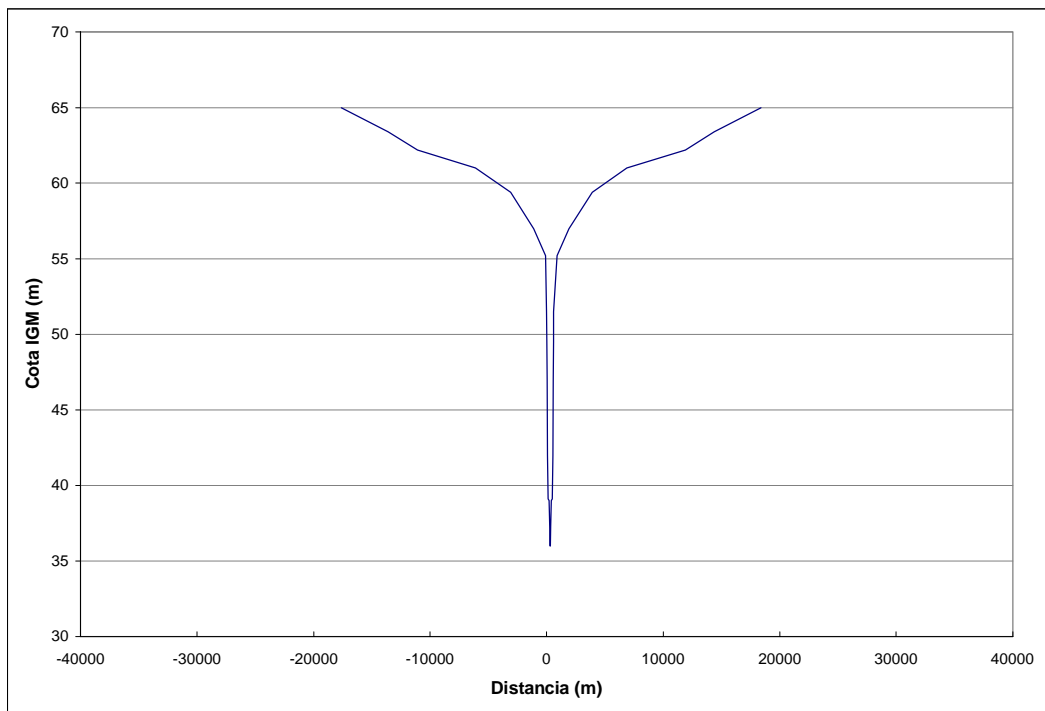
*RIO PARAGUAY. Sección Pg14 - Km 321*



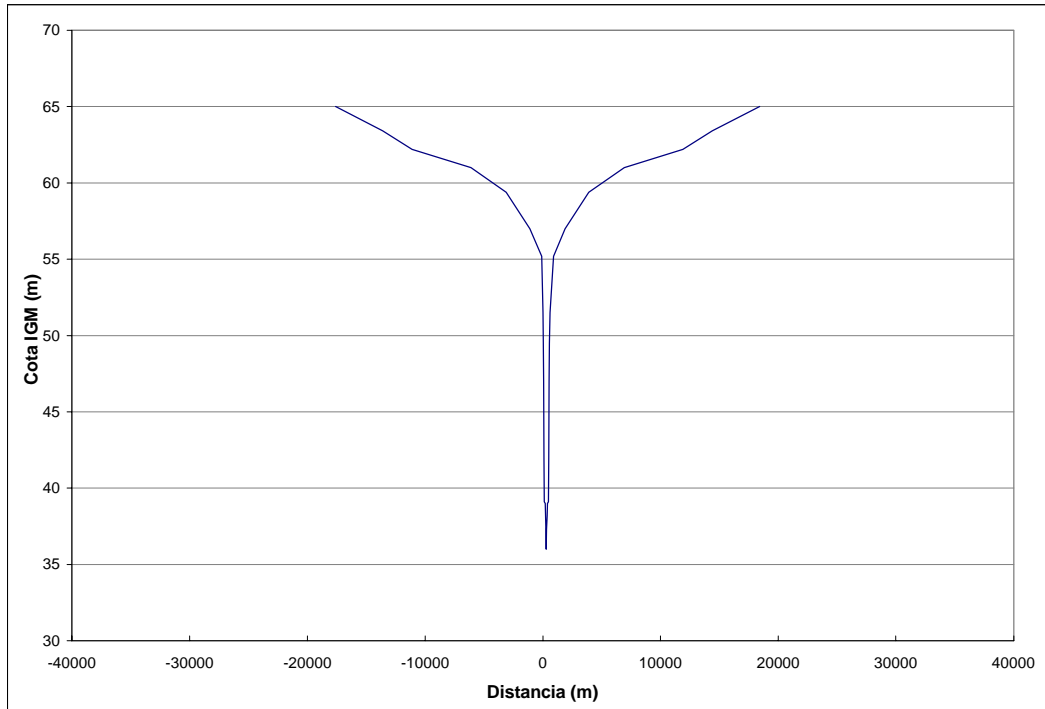
*RIO PARAGUAY. Sección Pg13 - Km 324*



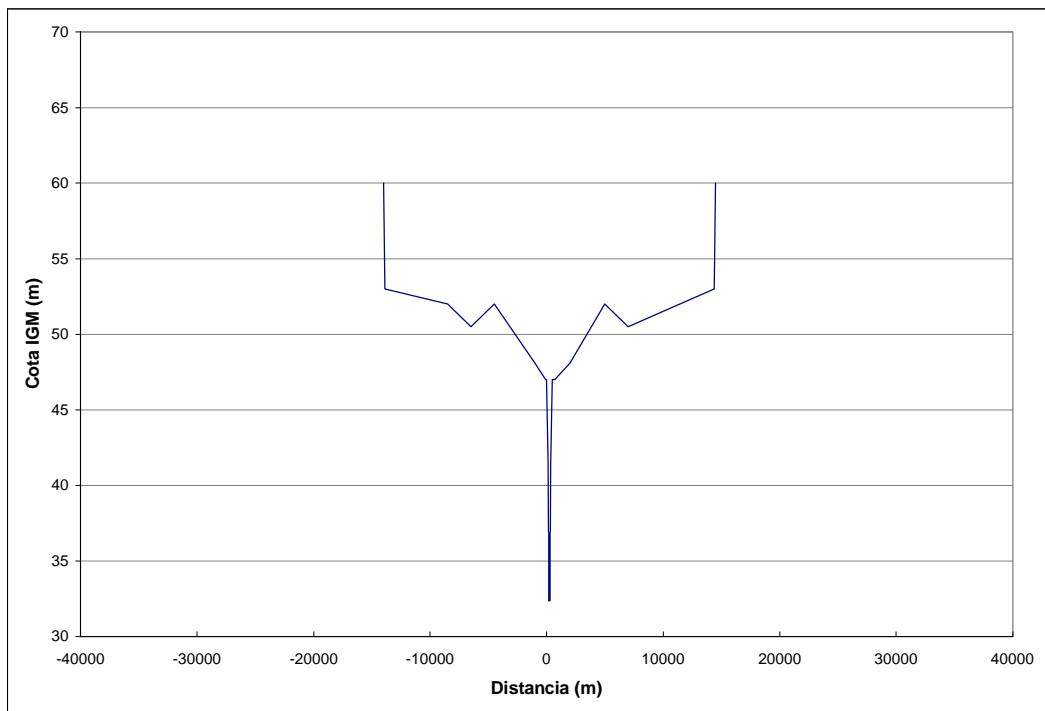
*RIO PARAGUAY. Sección Pg12 - Km 327*



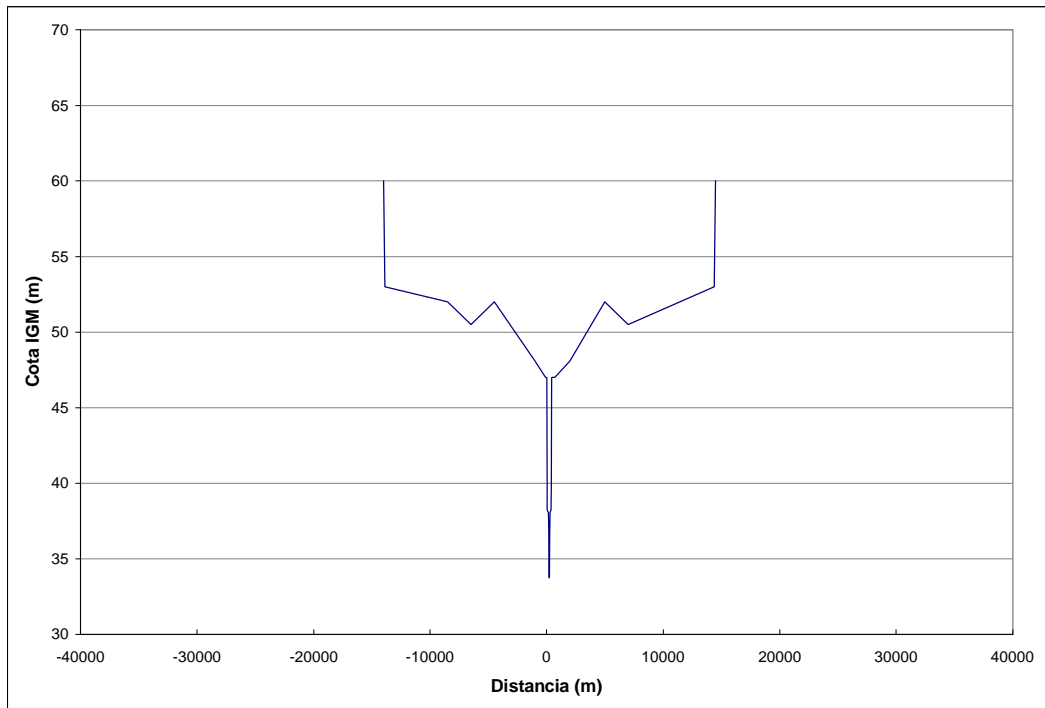
*RIO PARAGUAY. Sección Pg11 - Km 330*



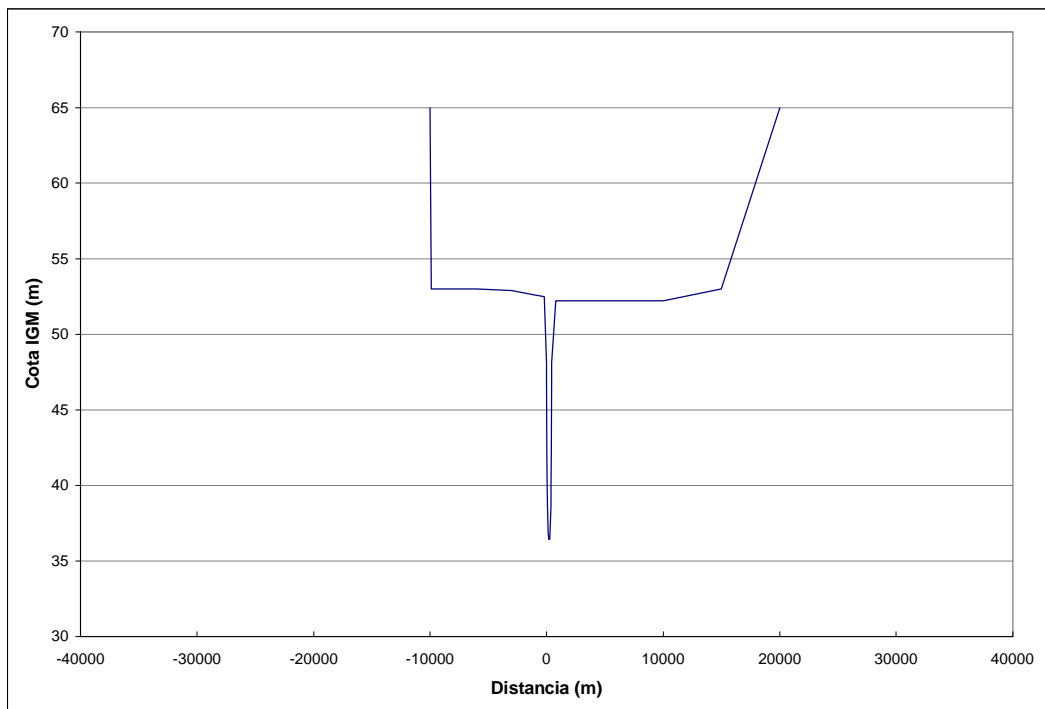
*RIO PARAGUAY. Sección Pg10 - Km 334*



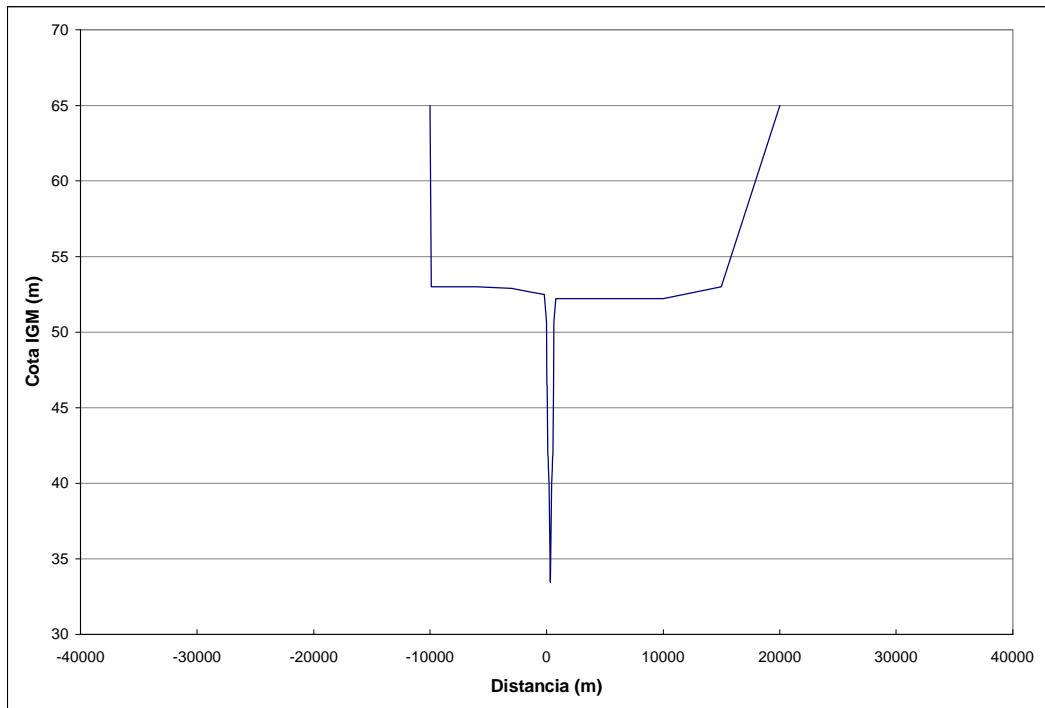
*RIO PARAGUAY. Sección Pg09 - Km 337*



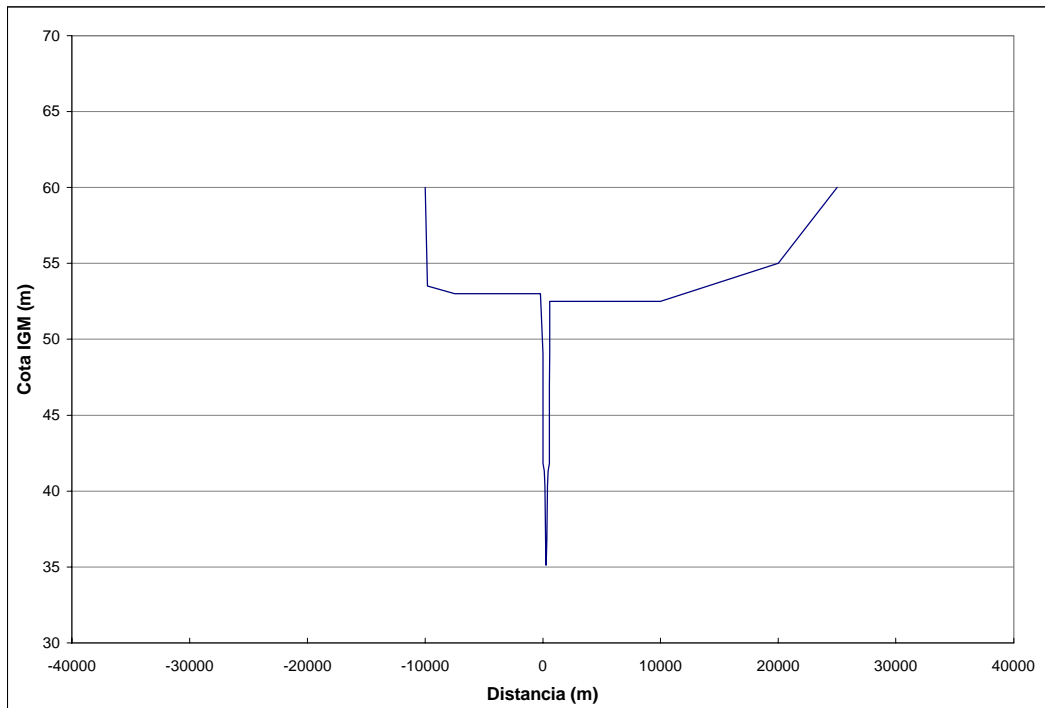
*RIO PARAGUAY. Sección Pg08 - Km 341*



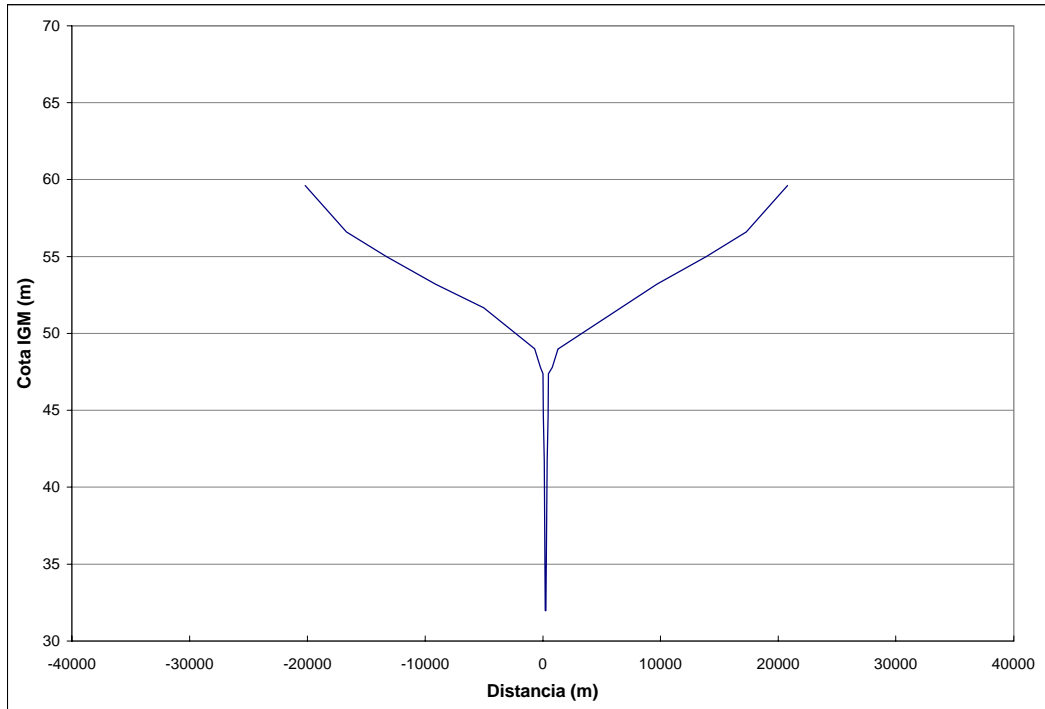
*RIO PARAGUAY. Sección Pg07 - Km 345*



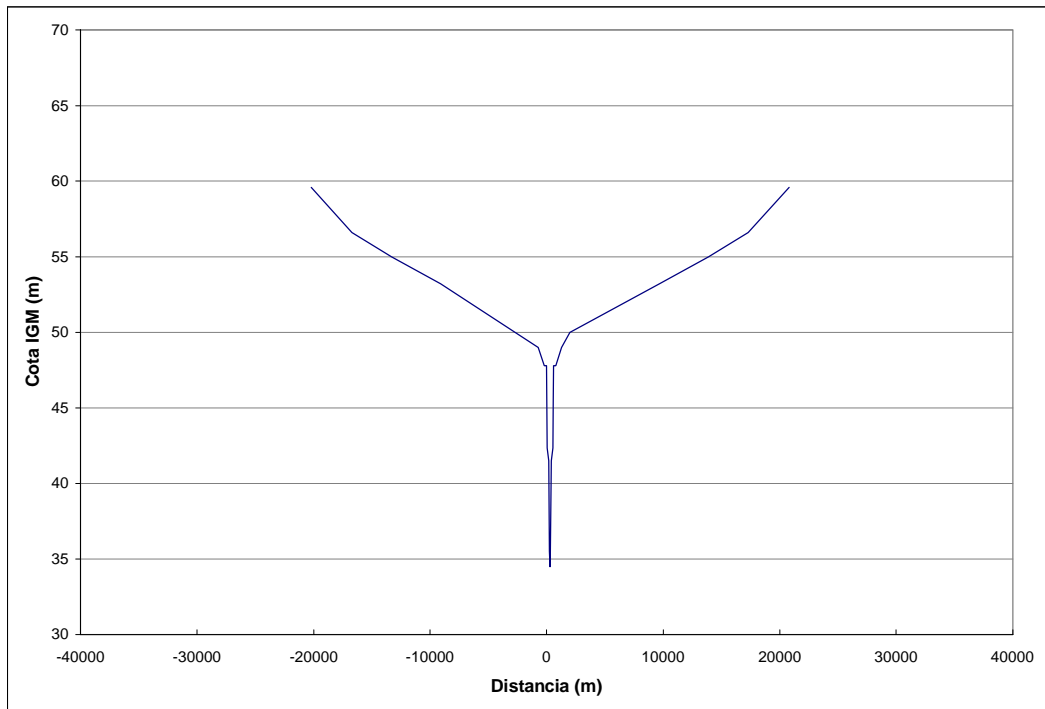
*RIO PARAGUAY. Sección Pg06 - Km 349*



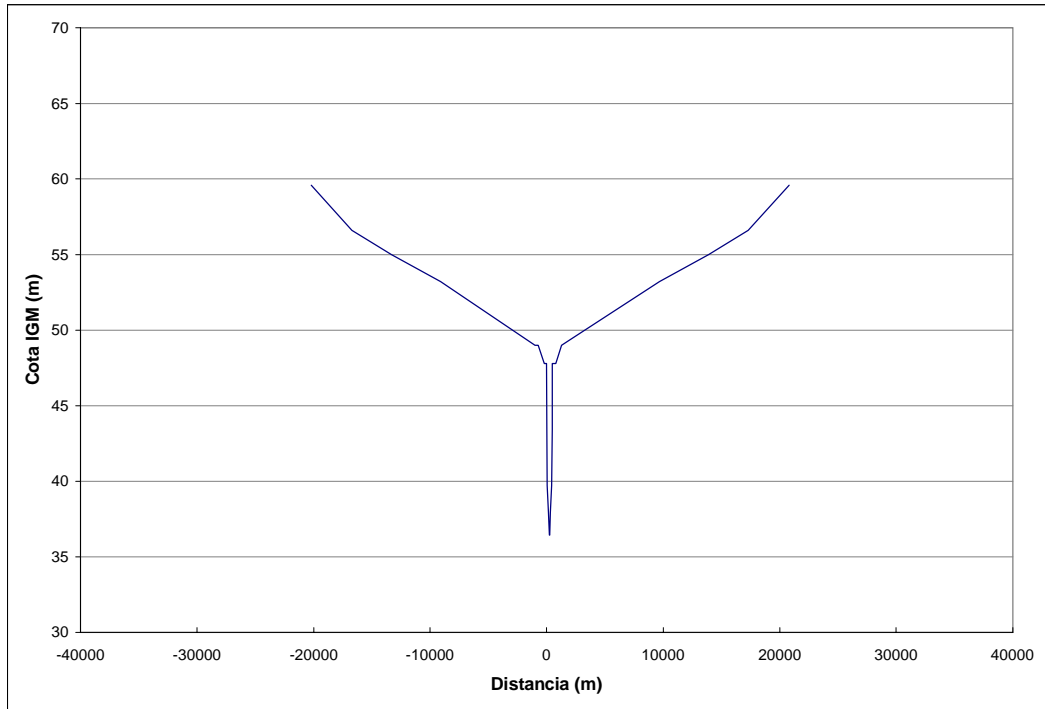
*RIO PARAGUAY. Sección Pg05 - Km 352*



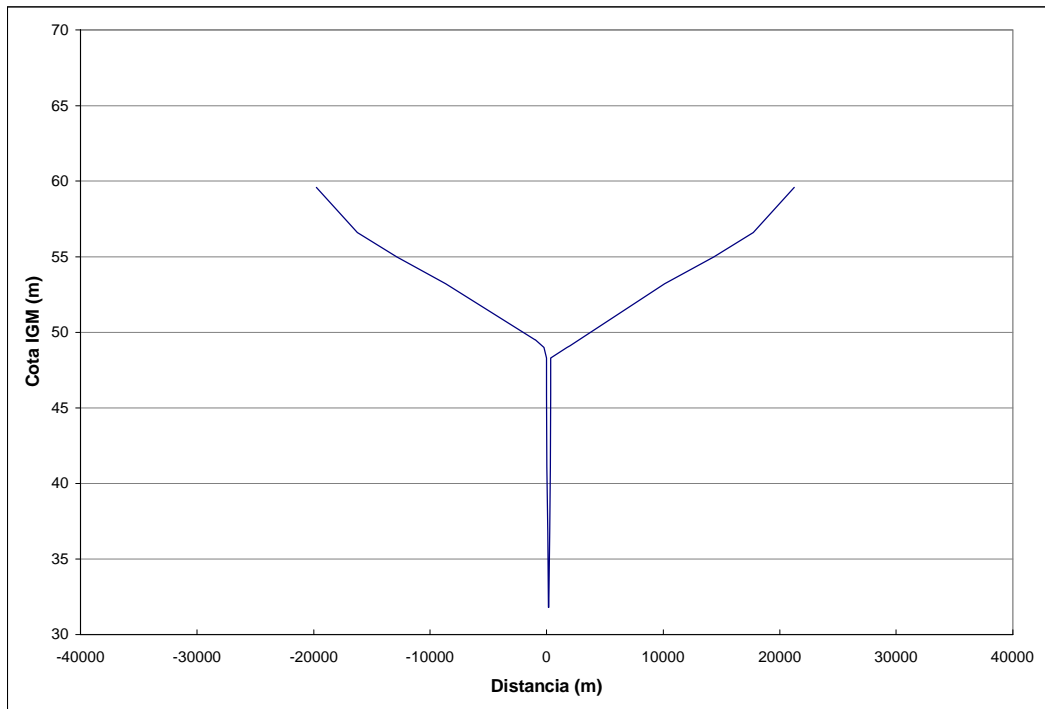
*RIO PARAGUAY. Sección Pg04 - Km 359*



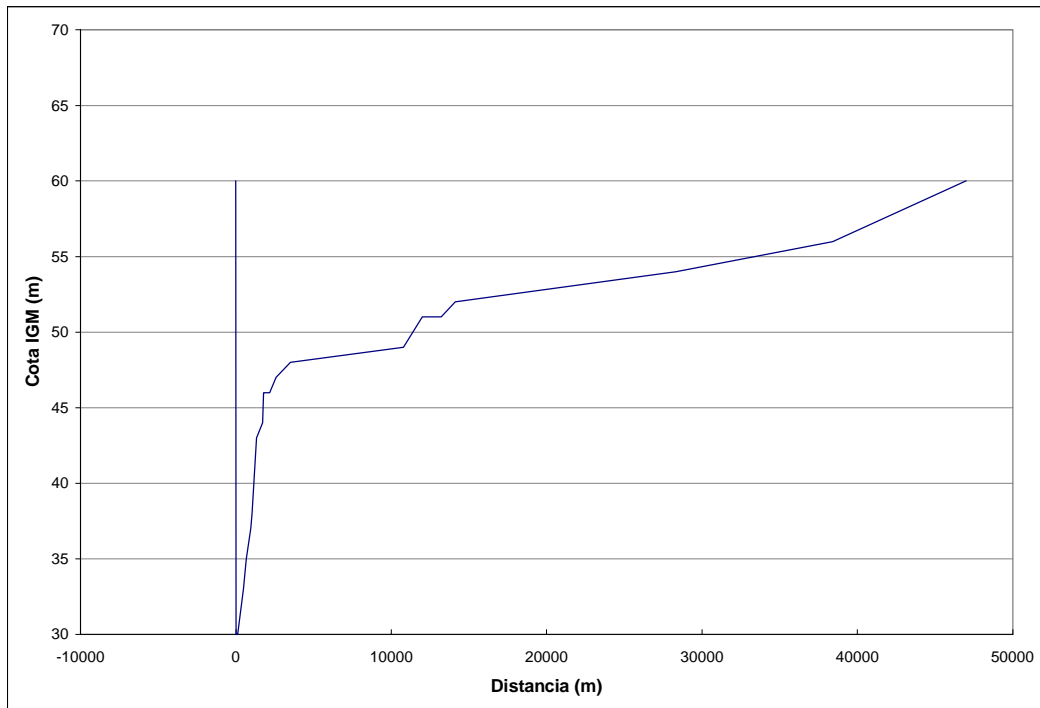
*RIO PARAGUAY. Sección Pg03 - Km 363*



*RIO PARAGUAY. Sección Pg02 - Km 367*



*RIO PARAGUAY. Sección Pg01 - Km 370*



*RIO PARAGUAY. Sección Paraguay - Km 376*

## **ANEXO II**

### **AFOROS DEL RÍO PARANÁ EN LA SECCIÓN CORRIENTES**

<b>H (m)</b>	<b>CAUDAL LÍQUIDO (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>FECHA DD/MM/AA</b>	<b>Condición</b>
5,73	22163	20-01-81	C
5,75	24599	21-01-81	C
5,77	22305	22-01-81	C
5,95	25325	23-01-81	C
5,99	24176	27-01-81	C
6,06	23586	28-01-81	C
6,12	24254	29-01-81	C
6,4	24722	30-01-81	C
6,42	24462	04-02-81	C
6,42	25013	05-02-81	C
6,4	25351	06-02-81	E
5,05	20291	09-02-81	B
2,6	12965	05-02-81	C
2,63	13001	10-08-81	C
2,48	11865	24-08-81	B
2,45	10618	31-08-81	B
2,51	9437	10-09-81	C
2,36	12869	21-09-81	C
2,36	12452	30-09-81	B
2,47	13636	01-10-81	E
2,9	14461	05-10-81	B
2,94	14052	19-10-81	B
2,89	13977	09-11-81	B

<b>H (m)</b>	<b>CAUDAL LÍQUIDO (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>FECHA DD/MM/AA</b>	<b>Condición</b>
2,86	12991	16-11-81	C
6,47	27363	26-11-81	B
6,36	27616	04-01-82	C
5,47	23228	08-01-82	B
5,13	21394	25-01-82	B
5,47	22833	03-02-82	B
5,87	25538	16-02-82	C
5,5	21897	26-02-82	C
4,48	19968	05-03-82	B
4,69	21251	15-03-82	C
5,84	25035	18-03-82	C
7,47	37937	29-03-82	C
6,3	29330	30-03-82	C
5,15	22567	06-04-82	C
5,22	23848	27-04-82	C
3,72	15871	30-04-82	C
3,87	16829	12-05-82	B
3,89	16898	19-05-82	C
3,86	16815	20-05-82	C
3,55	16058	21-05-82	B
3,66	16752	26-05-82	B
4,63	21563	01-06-82	C
4,63	21682	10-06-82	C

<b>H (m)</b>	<b>CAUDAL LÍQUIDO (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>FECHA DD/MM/AA</b>	<b>Condición</b>
6,58	32989	11-06-82	E
7,27	38215	19-07-82	C
6,46	29316	26-07-82	
4,62	21159	03-08-82	B
4,57	20489	08-09-82	B
4,09	17697	09-09-82	B
4,12	17983	29-09-82	B
2,89	13384	30-09-82	C
2,86	13311	26-10-82	B
2,82	12902	27-10-82	B
2,79	12615	28-10-82	B
3,64	18008	31-10-82	C
6,63	31480	23-11-82	C
7,37	38779	25-11-82	C
7,4	38834	04-12-82	C
7,57	40201	05-12-82	C
7,74	44223	07-12-82	C
7,77	46963	09-12-82	C
7,8	43964	10-12-82	C
7,32	38220	11-12-82	C
7,86	42484	28-01-83	C
8,02	43766	23-02-83	C
8,25	44907	27-02-83	C

<b>H (m)</b>	<b>CAUDAL LÍQUIDO (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>FECHA DD/MM/AA</b>	<b>Condición</b>
8,32	42618	02-03-83	C
8,38	46296	03-03-83	C
8,32	45972	04-03-83	C
8,3	45212	08-03-83	B
8,27	45381	09-03-83	B
8,09	44079	11-03-83	B
7,89	43060	16-03-83	B
7,94	42350	22-03-83	E
7,83	41831	25-03-83	C
7,25	35498	07-04-83	B
7,03	33606	14-04-83	B
7,17	34670	21-04-83	B
8,48	48221	25-04-83	C
8,61	51682	21-05-83	B
8,68	52205	26-05-83	C
8,26	48974	27-05-83	C
8,26	48744	09-06-83	B
8,88	57880	19-06-83	C
8,98	57957	21-06-83	C
8,9	57028	26-06-83	B
9,04	58045	18-07-83	C
7,63	42459	04-08-83	B
7,57	41822	05-08-83	B

<b>H (m)</b>	<b>CAUDAL LÍQUIDO (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>FECHA DD/MM/AA</b>	<b>Condición</b>
6,65	31894	16-08-83	B
6,2	29832	22-08-83	B
5,63	25157	01-09-83	B
5,16	22342	05-09-83	B
5,19	23138	15-09-83	C
7,2	31666	30-09-83	C
7,08	36318	03-10-83	C
6,63	32160	14-10-83	B
6,42	32189	21-10-83	B
6,42	31850	24-10-83	B
6,72	33913	31-10-83	B
6,24	28723	08-11-83	E
6,12	26886	15-11-83	B
5,93	25591	22-11-83	B
5,86	27263	07-12-83	B
6,1	28751	17-01-84	C
6	26835	24-01-84	B
5,01	22134	03-02-84	B
4,6	19165	21-02-84	B
6,06	26964	27-02-84	B
3,75	16218	01-03-84	B
3,72	16246	02-03-84	B
4,16	18870	27-04-84	C

<b>H (m)</b>	<b>CAUDAL LÍQUIDO (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>FECHA DD/MM/AA</b>	<b>Condición</b>
3,56	14360	23-07-84	E
3,74	17391	21-08-84	B
4,21	19344	29-08-84	C
3,08	15802	20-09-84	C
3,68	18838	28-09-84	C
3,5	17004	26-10-84	C
3,34	15756	30-10-84	B
4,54	20569	28-11-84	B
4,82	22066	12-12-84	C
4,16	18286	25-01-85	B
4,6	21424	12-03-85	C
4,94	22575	09-04-85	B
5,56	25369	10-05-85	B
5,1	22684	12-06-85	B
3,37	16381	13-11-85	E
2,93	13605	19-11-85	B
2,5	12752	26-11-85	B
2,2	11614	11-12-85	B
2,51	13388	20-12-85	C
1,96	11288	06-01-86	B
1,7	10826	13-01-86	C
2,32	12832	28-01-86	C
2,57	13810	04-02-86	B

<b>H (m)</b>	<b>CAUDAL LÍQUIDO (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>FECHA DD/MM/AA</b>	<b>Condición</b>
2,78	14793	18-02-86	C
2,71	14341	20-02-86	B
4,51	20532	18-03-86	C
4,07	20942	08-05-86	B
3,39	14738	08-08-86	B
3,23	16730	25-08-86	B
4,19	18813	01-09-86	E
2,78	13438	10-09-86	B
4,34	19811	16-09-86	C
2,5	12499	09-12-86	E
2,84	14668	09-01-87	B
3,16	15725	03-02-87	C
3,92	18502	17-03-87	C
6,14	28451	23-03-87	B
3,71	16227	26-03-87	
6,97	36372	26-03-87	
7,21	37712	27-03-87	
7,35	37963	28-04-87	
7,4	39424	29-04-87	
4,35	19118	30-04-87	B
6,04	29456	22-05-87	C
7,38	37150	30-05-87	C
5,99	28499	11-06-87	B

<b>H (m)</b>	<b>CAUDAL LÍQUIDO (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>FECHA DD/MM/AA</b>	<b>Condición</b>
6,02	27788	26-06-87	E
4,8	21298	21-07-87	B
3,84	17960	10-08-87	C
2,6	12696	29-09-87	B
2,58	12829	02-10-87	B
4,45	18474	19-10-87	E
3,75	16972	10-12-87	B
2,93	14842	04-01-88	C
4,28	20547	29-04-88	C
5,57	24563	09-06-88	B
4,17	19881	26-07-88	B
3,89	19894	23-08-88	B
2,12	11797	17-10-88	B
3,2	15228	01-11-88	C
1,88	11484	21-12-88	C
1,68	10079	28-12-88	B
1,56	10141	03-01-89	B
4,71	23448	26-01-89	C
4,21	19924	27-04-89	C
4,77	21985	11-05-89	C
4,5	20779	07-08-89	C
6,86	32799	21-09-89	C
5,16	22391	10-10-89	B

<b>H (m)</b>	<b>CAUDAL LÍQUIDO (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>FECHA DD/MM/AA</b>	<b>Condición</b>
6,52	30394	04-11-89	B
5,63	24808	19-01-90	C
7,28	34047	26-01-90	C
7,79	40188	29-01-90	C
3,89	17991	12-06-91	C
4,1	19350	12-07-91	B
7,16	35282	15-05-92	C
7,25	34968	19-05-92	B
7,45	37579	01-06-92	C
7,54	38781	02-06-92	C
8,41	50603	05-06-92	C
8,64	53082	07-06-92	C
8,42	47896	11-06-92	B
3,75	17809,5	23-07-93	C
3,62	16856,634	29-09-93	C
6,73	34202,537	12-10-93	E
3	14477,303	03-01-94	B
4,45	20870,029	02-02-94	C
3,62	16922,185	22-03-94	B
3,42	16131,344	13-04-94	B
3,41	15415,86	30-05-94	C
4,14	20301,15	01-06-94	C
3,42	16964,311	28-07-94	B

<b>H (m)</b>	<b>CAUDAL LÍQUIDO (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>FECHA DD/MM/AA</b>	<b>Condición</b>
2,71	13966,683	23-08-94	B
3,09	15341,092	21-09-94	B
2,59	13950,361	14-10-94	B
6,9	33817,149	24-01-95	C
6,46	31035,852	28-02-95	C
4,93	22538,004	28-03-95	E
4,32	20274,072	19-04-95	B
4,19	19654,551	24-05-95	B
3,66	16987,037	13-06-95	B
3,66	18005,927	26-07-95	B
2,72	14418,629	24-08-95	B
2,78	14227,794	28-09-95	C
4,23	21313,709	20-10-95	C
2,55	14582,5	17-01-96	C
5,04	22600,28	20-02-96	B
4,51	19989,45	25-03-96	C
4,1	19548,118	22-04-96	B
3,4	16244,847	22-05-96	B
3,42	15963,247	25-06-96	C

**C: creciente**

**B: bajante**

**E: estacionario**